



COMUNE DI COMO



# RESTAURO E RECUPERO FUNZIONALE DELLE SERRE STORICHE DI VILLA OLMO

TRA VILLE E GIARDINI DEL LAGO DI COMO:  
NAVIGARE NELLA CONOSCENZA

CIG 8462105DF1 - CUP J17E19000030002

## PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO: <b>H</b>	TITOLO ELABORATO: <b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</b>	SCALA:
-----------------------	---	--------

CODICE	REV.	MODIFICHE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DATA
1121ET00HR0 CSA.docx	00	EMISSIONE	APR: FR-EXT	PRO:DB-EXT	PRO: DB	06.11.2023

COMMITTENTE:	<b>COMUNE DI COMO Settore Opere Pubbliche</b> via Vittorio Emanuele II, 97 22100 Como (CO)
DIRETTORE DI SETTORE: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	<b>Arch. Luca Nosedà</b> <b>Arch. Piera Pappalardo</b>

**RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO**  
capogruppo mandataria  
**MASSARENTE ARCHITETTURA s.r.l.**



Studi e servizi di progettazione architettonica,  
urbanistica e ambientale  
Corso del Popolo 268, 45100 ROVIGO  
tel. 0425/29244 fax 0425/29245  
E-mail [info@massarentearchitettura.com](mailto:info@massarentearchitettura.com)  
[www.massarentearchitettura.com](http://www.massarentearchitettura.com)

Progettista:  
Arch. Donatella Basutto (opere architettoniche –  
responsabile CSP e CSE)

mandanti  
**EOS s.r.l.**



Progettazione civile, ambientale e sicurezza  
Via N.A. Porpora 98, 20131 MILANO  
tel. 0226/66092 fax 0223/62261  
E-mail [segreteria@eosweb.it](mailto:segreteria@eosweb.it)  
[www.eosweb.it](http://www.eosweb.it)

Progettista:  
Ing. Andrea Bassi (strutture e impianti)  
Consulenti:  
Ing. Luca longhi (VVF)  
Per. Ind. Dario Finco (impianti termomeccanici  
e impianto idrico-sanitario)  
Per. Ind. Alberto Pirovano (impianti elettrici)

**Passarella Restauri s.r.l.**



Via Antonio Bonazza 69, 35132 PADOVA  
tel. 049/5564032  
[info@passarellarestauri.it](mailto:info@passarellarestauri.it)  
[www.passarellarestauri.it](http://www.passarellarestauri.it)  
Giordano Passarella (restauratore  
beni culturali)

**Arch. Ottavia Pirazzini**  
Via Ripagrande 81, 44121 FERRARA  
tel. 333/5490072  
[pirazzini@studiomod.it](mailto:pirazzini@studiomod.it)  
Arch. Ottavia Pirazzini (consulente con  
formazione specialistica in beni culturali)

I PROGETTISTI SOTTOSCRIVONO IL PROGETTO CIASCUNO PER LE PROPRIE COMPETENZE

PROPRIETÀ RISERVATA - È VIETATA LA RIPRODUZIONE E LA DIVULGAZIONE, ANCHE PARZIALE, DEL PRESENTE ELABORATO SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

## INDICE

<b>CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO</b>	<b>5</b>
Art. 1. Oggetto dell'appalto	5
Art. 2. Forma dell'appalto	6
Art. 3. ammontare dell'appalto e categorie contabili dei lavori	7
Art. 4. affidamento e contratto	10
Art. 5. designazione delle opere	11
Art. 6. modifiche e varianti in corso di esecuzione	12
ART. 7 adozione dei criteri ambientali minimi (cam)	14
<b>CAPO 2. DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO</b>	<b>14</b>
ART. 8 osservanza del capitolato speciale d'appalto e di particolari disposizioni di legge	14
ART. 8bis documenti che fanno parte del contratto e discordanze	15
ART. 9 qualificazione e requisiti per gli esecutori di lavori	22
ART. 10 avvalimento	25
ART. 11 attività del direttore dei lavori	25
ART. 12 ufficio di direzione lavori	28
ART. 13 accettazione dei materiali	30
ART. 14 documenti contabili	31
ART. 15 programma di esecuzione dei lavori – cronoprogramma – piano di qualità	33
ART. 16 consegna dei lavori	33
ART. 17 sospensioni e termine di ultimazione lavori	36
ART. 18 esecuzione dei lavori nel caso di procedure di insolvenza	38
ART. 19 risoluzione del contratto	38
ART. 20 garanzia provvisoria	40
ART. 21 garanzia definitiva	41
ART. 22 coperture assicurative	43
ART. 23 disciplina del subappalto	44
ART. 24 penali e premi di accelerazione	48
ART. 25 sicurezza dei lavori	49
ART. 26 obblighi dell'appaltatore relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari	52
ART. 27 anticipazione – modalità e termini di pagamento del corrispettivo	53
ART. 28 conto finale – avviso ai creditori	55
ART. 29 ultimazione lavori	57
ART. 30 collaudo tecnico-amministrativo	58
ART. 31 certificato di collaudo	60
ART. 32 certificato di regolare esecuzione	63
ART. 33 oneri ed obblighi diversi a carico dell'appaltatore e responsabilità dell'appaltatore	64
Art. 34 Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera	67
ART. 35 cartelli all'esterno del cantiere	68
ART. 36 proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione	69
ART. 37 rinvenimenti	69
ART. 38 brevetti di invenzione	69

<b>ART. 39 gestione delle contestazioni e riserve ai sensi dell'art 115 e dell'Allegato II.14 del d. lgs. n. 36/2023</b>	<b>70</b>
<b>ART. 40 disposizioni generali relative ai prezzi</b>	<b>73</b>
<b>ART.41 clausole di revisione dei prezzi</b>	<b>75</b>
<b>ART. 42 osservanza regolamento ue sui materiali</b>	<b>76</b>
<b>CAPO 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE</b>	<b>78</b>
<b>ART. 43 norme generali</b>	<b>78</b>
<b>ART. 44 qualità e provenienza dei materiali</b>	<b>79</b>
<b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE, DELLA FORMA E DELLE PRINCIPALI DIMENSIONI DELL'INTERVENTO</b>	<b>80</b>
<b>CAPITOLO 1 – QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI</b>	<b>81</b>
<b>CAPITOLO 2 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI</b>	<b>102</b>
<b>CAPITOLO 3 – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORI</b>	<b>112</b>
<b>CAPITOLO 4 – PROVE SUI MATERIALI</b>	<b>144</b>
<b>CAPITOLO 5 – IMPIANTISTICA</b>	<b>168</b>
<b>CAPITOLO 6 – LAVORI VARI</b>	<b>195</b>
<b>CAPITOLO 7 – CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE</b>	<b>196</b>
<b>CAPITOLO 8 – ADEGUAMENTO PER LA PREVENZIONE INCENDI</b>	<b>244</b>
<b>CAPITOLO 9 – ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI</b>	<b>264</b>

**Capitolato speciale d'appalto parte normativa**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE NORMATIVA**

**Contratto a misura**

		<b>importi in euro</b>
	Importo esecuzione lavoro a misura	<b>1.463.244,58</b>
di cui	Costo della manodopera	<b>541.665,66</b>
di cui	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	<b>23.505,99</b>

## **CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO**

### **ART. 1. OGGETTO DELL'APPALTO**

Il presente appalto è relativo ai lavori di "Restauro e recupero funzionale delle serre di Villa Olmo" a Como.

Il complesso immobiliare, ubicato all'interno del parco in origine di pertinenza di Villa Olmo e attualmente separato fisicamente dall'ambito della villa dalla via Per Cernobbio, è costituito dai seguenti corpi di fabbrica:

- Serra principale piano terra: adibito a luogo di lavoro destinato al ricovero e alla coltivazione delle piante, ricovero attrezzi agricoli, servizi igienici per il personale, servizi igienici per il pubblico;
- Serra principale piano primo: spazio destinato al ricovero e alla coltivazione delle piante decorative accessibile e aperto al pubblico per visite guidate di tipo didattico, turistico e per eventi;
- Serre minori est: luogo di lavoro destinato al ricovero delle piante e alla coltivazione delle stesse, accessibile al personale;
- Serre minori ovest: luogo di lavoro destinato al ricovero delle piante e alla coltivazione delle stesse, accessibile al personale.

Il presente progetto di Restauro e recupero funzionale è finalizzato alla riqualificazione architettonica, strutturale, impiantistica e di sicurezza dei fabbricati.

L'intervento edilizio è così individuato:

- a) denominazione conferita dalla Stazione Appaltante: Restauro e recupero funzionale delle serre storiche di Villa Olmo
- b) Le macro opere oggetto dell'appalto sono di seguito descritte:
  - Sostituzione del manto di copertura opaco (compresa l'orditura in legno a supporto dello strato di lamiera finale) di una parte del corpo di fabbrica della Serra principale alta;
  - Pulitura, risanamento e rifacimento della superficie muraria e degli intonaci interni ed esterni dei corpi di fabbrica;
  - Rimozione dei serramenti e delle strutture portanti di tutte le serre;
  - Posa in opera di nuova struttura portante e di nuovi serramenti per tutti i corpi di fabbrica delle serre;
  - Ripristino di tutti i discendenti, le scossaline e le grondaie in lamiera;
  - Restauro degli elementi in calcestruzzo e in pietra;
  - Ricostruzione di parti in pietra e in calcestruzzo;
  - Rifacimento del pavimento della terrazza al piano primo;

- Trattamento di restauro di tutti gli elementi in metallo;
- Realizzazione di servizi igienici al piano terra della Serra alta mediante demolizione del pavimento esistente, posa in opera di ripartizioni interne in cartongesso, di nuovi pavimenti (compreso sottofondo) e rivestimenti;
- Tinteggiature delle pareti interne ed esterne;
- Apertura di nuovi varchi di porte a servizio dei nuovi servizi igienici;
- Realizzazioni di impianto termico e di condizionamento, impianto idrico-sanitario ed elettrico e speciale;
- Adeguamento della rete delle fognature;
- Sistemazione dei camminamenti esterni;
- Posa in opera di schermature metalliche.

c) ubicazione: via Bellinzona, 4 - Como (CO)

1. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi delle strutture e degli impianti e dei relativi calcoli, dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza. Sono altresì compresi, se recepiti dalla Stazione appaltante, i miglioramenti e le previsioni migliorative e aggiuntive contenute nell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore, senza ulteriori oneri per la Stazione appaltante.
2. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi; trova sempre applicazione l'articolo 1374 del Codice Civile.
3. Sono stati acquisiti i seguenti codici:

Codice identificativo della gara (CIG) <b>A02CABB145</b>	Codice Unico di Progetto (CUP): <b>J17E19000030002</b>
---	---

## ART. 2. FORMA DELL'APPALTO

1. Il presente appalto è dato a **MISURA**  
Con offerta al **MASSIMO RIBASSO**
2. Nell'appalto a corpo il corrispettivo consiste in una somma determinata, fissa ed invariabile riferita globalmente all'opera nel suo complesso ovvero alle Categorie (o Corpi d'opera) componenti.

3. Nell'appalto a misura, invece, il corrispettivo consiste nell'individuazione di un prezzo per ogni unità di misura di lavorazione o di opera finita, da applicare alle quantità eseguite di lavorazione o di opera. Pertanto, l'importo di un appalto a misura risulta variabile.
4. In linea generale, si hanno i seguenti criteri di offerta in base alla tipologia di appalto:

Tipo di appalto	Criteri di offerta
A MISURA	Offerta con unico ribasso
	<del>Offerta a prezzi unitari</del>
A CORPO	<del>Offerta con unico ribasso</del>
	<del>Offerta a prezzi unitari</del>
A CORPO E MISURA	<del>Offerta a prezzi unitari</del>

5. Nell'ambito della contabilizzazione di tali tipologie di appalto possono comunque contemplarsi anche eventuali somme a disposizione per lavori in economia, la cui contabilizzazione è disciplinata dal successivo articolo Norme Generali per la misurazione e valutazione dei lavori.
6. L'importo a base dell'affidamento per l'esecuzione delle lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza) è sintetizzato come segue:

Quadro economico di sintesi	
a) Per lavori a CORPO	Euro 0,00
b) Per lavori a MISURA	Euro 1.463.244,58
c) Per lavori in ECONOMIA	Euro 0,00
<b>Totale dei Lavori</b>	<b>Euro 1.463.244,58</b>
<i>di cui per costi della sicurezza</i>	<i>Euro 23.505,99</i>

## 7. Il costo della manodopera ammonta a € 541.665,66 Euro

Il CCNL applicabile al contratto in oggetto è quello dell'edilizia-industria.

### ART. 3. AMMONTARE DELL'APPALTO E CATEGORIE CONTABILI DEI LAVORI

1. L'importo complessivo dei lavori incluso di oneri ed IVA, ammonta ad  
**Euro (Euro) 1.609.569,16**

Tale valore è ricavato dall'importo totale dei lavori pari ad

**Euro (Euro) 1.463.244,58**

di cui per la sicurezza (non soggetti a ribasso), ai sensi dell'art. 100 del D.lgs. 81/2008, di

**Euro (Euro) 23.505,99**

2. Sono riconosciuti, a valere sulle somme a disposizione della stazione appaltante indicate nei quadri economici dell'intervento e, ove necessario, utilizzando anche le economie derivanti dai ribassi d'asta, i maggiori costi derivanti dall'adeguamento e dall'integrazione, da parte del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, del piano di sicurezza e coordinamento.
3. **L'operatore economico indica, a pena di esclusione, i costi della manodopera e gli oneri aziendali per l'adempimento delle disposizioni in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro** eccetto che nelle forniture senza posa in opera e nei servizi di natura intellettuale, così come richiesto dall'art. 108, c. 9, del D.lgs. 36/2023.
4. Gli importi sono calcolati sulla base dell'elenco prezzi della Regione Lombardia 2023, prezziario DEI Recupero, ristrutturazione e manutenzione 2023, prezziario DEI Beni Artistici 2023.
5. Le categorie di lavoro previste nell'appalto sono le seguenti:

**Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili**

Ai sensi dell'art. dell'art. 31 c. 1 dell'allegato I.7 del codice, la tabella sotto riportata suddivide l'intero appalto in gruppi di categorie omogenee:

n	CATEGORIA LAVORI	DESCRIZIONE DELLE CATEGORIE (E CATEGORIE DISAGGREGATE) DI LAVORAZIONI OMOGENEE	Importi in euro			
			LAVORI	DI CUI MANODOPERA	ONERI SICUREZZA	TOTALE LAVORI + ONERI SICUREZZA
1	OG2	Scavi e demolizioni	€ 52.876,96	€ 32.032,47	€ 1.447,77	€ 54.324,73
2	OG2	Demolizioni e smaltimenti parti metalliche e vetrate	€ 5.896,81	€ 4.514,28	€ 161,45	€ 6.058,26
3	OG2	Vespai	€ 27.025,24	€ 12.967,29	€ 739,95	€ 27.765,19
4	OG2	Pannelli fan coil e opere in ferro	€ 35.894,43	€ 13.464,77	€ 982,79	€ 36.877,22
5	OG2	Copertura e lattonerie	€ 28.880,14	€ 11.433,94	€ 790,74	€ 29.670,88
6	OG2	Pavimentazioni e ripiani di lavoro	€ 115.677,47	€ 36.067,48	€ 3.167,24	€ 118.844,71
7	OG2	Recupero opere in ferro	€ 3.092,81	€ 1.960,07	€ 84,68	€ 3.177,49
8	OG2	Restauro serramenti	€ 291.509,05	€ 126.498,95	€ 7.981,50	€ 299.490,55
9	OG2	Nuovi serramenti in metallo	€ 14.484,82	€ 1.364,42	€ 396,59	€ 14.881,41
10	OG2	Verniciatura parti in metallo	€ 9.515,08	€ 5.330,95	€ 260,52	€ 9.775,60
11	OG2	Assistenze murarie imp. Idrico-sanitario	€ 5.475,25	€ 0,00	€ 149,91	€ 5.625,16
12	OG2	Assistenze murarie impianto termico meccanico	€ 4.016,48	€ 0,00	€ 109,97	€ 4.126,45
13	OG2	Assistenze murarie impianto elettrico	€ 10.782,41	€ 0,00	€ 295,22	€ 11.077,63
14	OG2	Assistenze murarie	€ 2.773,20	€ 2.192,30	€ 75,93	€ 2.849,13
15	OG2	Opere provvisoriale	€ 17.841,53	€ 2.106,98	€ 488,50	€ 18.330,03
16	OG2	Opere strutturali	€ 71.659,23	€ 27.162,86	€ 1.962,02	€ 73.621,25
17	OG2	Reti esterne	€ 22.664,05	€ 4.504,23	€ 620,54	€ 23.284,59
18	OS8	Impermeabilizzazioni	€ 6.995,48	€ 1.356,51	€ 191,54	€ 7.187,02
19	OS3	Impianto idrico-sanitario	€ 26.522,75	€ 5.462,36	€ 726,19	€ 27.248,94
20	OS3	Rete antincendio	€ 4.516,49	€ 1.437,88	€ 123,66	€ 4.640,15
21	OS28	Impianto meccanico	€ 100.412,05	€ 12.086,05	€ 2.749,27	€ 103.161,32
22	OG2	Oneri sicurezza generali	€ 0,00	€ 7.814,75	€ 0,00	€ 0,00
23	OS2A	Pietre, cementi decorativi e roccaglie	€ 82.986,55	€ 64.070,06	€ 0,00	€ 82.986,55
24	OS7	Intonaci e murature	€ 170.507,95	€ 79.830,53	€ 0,00	€ 170.507,95
25	OS7	Cartongessi	€ 9.277,95	€ 3.126,08	€ 0,00	€ 9.277,95
26	OS18A	Rinforzo strutture metalliche	€ 94.073,61	€ 32.532,57	€ 0,00	€ 94.073,61
27	OS30	Impianti elettrici	€ 224.380,80	€ 52.347,88	€ 0,00	€ 224.380,80
		<b>totali</b>	<b>€ 1.439.738,59</b>	<b>€ 541.665,66</b>	<b>€ 23.505,99</b>	<b>€ 1.463.244,58</b>



**a) CATEGORIA PREVALENTE**

<b>Cat.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Importo</b>	<b>Classifica</b>	<b>% sul totale</b>
<b>OG2</b>	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali	882.017,72 €	III	60,28

Si evidenzia che l'importo della categoria OG2 comprende € 31.039,24 (2,12%) per lavorazioni inerenti all'impianto idrico sanitario OS3 e € 100.412,05 (6,86%) inerenti gli impianti meccanici di riscaldamento OS 28, lavorazioni per le quali è necessario rilasciare dichiarazioni di conformità ai sensi del DM.37/08 e smi. Tale fattispecie si connota quale **requisito di esecuzione**.

**b) CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI**

<b>Cat.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Importo</b>	<b>Classifica</b>	<b>% sul totale</b>	<b>Qualificazione obbligatoria</b>
<b>OS 2-A</b>	Superfici decorate di beni immobili del patrimonio culturale e beni culturali mobili di interesse storico, artistico, archeologico ed etnoantropologico	82.986,55 €	I	5,67	lavorazioni specialistiche che devono essere realizzate da personale con qualifica di restauratori
<b>OS 7</b>	Finiture di opere generali di natura edile e tecnica	179.785,90	I	12,29	No
<b>OS18-A</b>	Componenti strutturali in acciaio	94.073,61 €	I	6,43	Lavorazioni specialistiche: riguarda la produzione in stabilimento e il montaggio in opera di strutture in acciaio. All.II.12
<b>OS30</b>	Impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi	224.380,80	I	15,33	Lavorazioni specialistiche

6. I lavori appartenenti alla/e categoria/e diversa/e da quella prevalente con i relativi importi, sono riportati nella tabella sopra. Tali lavori sono scorporabili e, a scelta dell'appaltatore, preventivamente autorizzata dalla stazione appaltante, possono essere subappaltate secondo le condizioni del Codice degli appalti e del presente capitolato speciale.
7. Restano esclusi dall'appalto i lavori che la stazione appaltante si riserva di affidare in tutto od in parte ad altra ditta senza che l'Appaltatore possa fare alcuna eccezione o richiedere compenso alcuno.

#### ART. 4. AFFIDAMENTO E CONTRATTO

Trattandosi di affidamento mediante procedura aperta, ai sensi dell'art. 71 del D.lgs 36/2023, il contratto è stipulato, ai sensi dell'art. 18 comma 1 del D.lgs 36/2023, mediante atto in forma pubblica amministrativa avanti al Segretario comunale

1. Divenuta efficace l'aggiudicazione, ai sensi dell'art.17 c.5 del D.lgs. 36/2023, e fatto salvo l'esercizio dei poteri di autotutela, il contratto viene stipulato nei successivi 60 giorni, anche in pendenza di contenzioso, salvo diverso termine:
  - previsto nel bando o nell'invito a offrire;
  - nell'ipotesi di differimento concordato con l'aggiudicatario e motivato in base all'interesse della stazione appaltante o dell'ente concedente;
  - nel caso di ricorso e a seguito di notificazione dell'istanza cautelare, il contratto non può essere stipulato nei termini sopra indicati, fino a quando non sarà pubblicato il provvedimento cautelare di primo grado o il dispositivo o la sentenza di primo grado, in caso di decisione del merito all'udienza cautelare (art. 18 c. 2, lett. a) e c. 4 del D.lgs. 36/2023);
  - di contratti di importo inferiore alle soglie europee, ai sensi dell'art. 55, c. 2 del D.lgs. 36/2023.
2. Il contratto, in ogni caso, non viene stipulato prima di 35 giorni dall'invio dell'ultima delle comunicazioni del provvedimento di aggiudicazione. Tale termine dilatorio non si applica nei casi:
  - di procedura in cui è stata presentata o ammessa una sola offerta e non sono state tempestivamente proposte impugnazioni del bando o della lettera di invito, o le impugnazioni sono già state respinte con decisione definitiva;
  - di appalti basati su un accordo quadro;
  - di appalti specifici basati su un sistema dinamico di acquisizione;
  - nel caso di ricorso e a seguito di notificazione dell'istanza cautelare, il contratto non può essere stipulato nei termini sopra indicati, fino a quando non sarà pubblicato il

provvedimento cautelare di primo grado o il dispositivo o la sentenza di primo grado, in caso di decisione del merito all'udienza cautelare (art. 18 c. 2, lett. a) e c. 4 del D.lgs. 36/2023;

- di contratti di importo inferiore alle soglie europee, ai sensi dell'art. 55, c. 2 del D.lgs. 36/2023.
3. Se il contratto non viene stipulato nei termini sopra indicati, per fatto imputabile alla stazione appaltante, l'aggiudicatario può sciogliersi da ogni vincolo contrattuale o far constatare il silenzio inadempimento mediante atto notificato. In tal caso all'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali.
  4. L'aggiudicazione può essere sempre revocata nel caso di mancata stipula del contratto nel termine fissato per fatto imputabile all'aggiudicatario.
  5. Laddove previsto, il contratto è sottoposto alla condizione risolutiva dell'esito negativo della sua approvazione, da effettuarsi entro 30 giorni dalla stipula. Decorso tale termine, il contratto si intende approvato.
  6. Al momento della stipula del contratto l'appaltatore è tenuto a versare un'imposta di bollo determinato dalla tabella A dell'allegato I.4 del codice, di seguito riportata.

<b>Fascia di importo contratto (valori in euro)</b>	<b>Imposta (valori in euro)</b>
< 40.000	esente
≥ 40.000 < 150.000	40
≥ 150.000 < 1.000.000	120
≥ 1.000.000 < 5.000.000	250
≥ 5.000.000 < 25.000.000	500
≥ 25.000.000	1000

#### ART. 5. DESIGNAZIONE DELLE OPERE

1. La forma e le principali dimensioni delle opere che formano oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati grafici e dalle specifiche tecniche allegati al contratto, di cui formano parte integrante e dalle seguenti indicazioni, salvo quanto eventualmente specificato nella fase esecutiva dal Direttore dei lavori.
2. Le forme e dimensioni da assegnare alle varie strutture sono quelle previste nei paragrafi che seguono, salvo non sia altrimenti indicato nei disegni di progetto allegati al contratto ed alle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

ART. 6. MODIFICHE E VARIANTI IN CORSO DI ESECUZIONE

1. Il contratto di appalto, ai sensi dell'art.120 del D.lgs. 36/2023, viene modificato senza ricorrere ad una nuova procedura di affidamento se:
  - a. le modifiche sono previste in clausole precise ed inequivocabili nei documenti di gara iniziali (anche in clausole di opzione);
  - b. si rendono necessari lavori supplementari non inclusi nell'appalto iniziale per i quali un cambiamento del contraente risulta impraticabile per motivi economici o tecnici, o comporti notevoli disagi o un incremento dei costi per la stazione appaltante – in questo caso il contratto può essere modificato solo se l'aumento di prezzo non eccede il 50% del valore del contratto iniziale (la limitazione si applica al valore di ciascuna modifica nel caso di più modifiche successive);
  - c. si rendono necessarie modifiche in corso di esecuzione a causa di circostanze imprevedibili da parte della stazione appaltate denominate varianti in corso d'opera. Rientrano in queste circostanze nuove disposizioni legislative o regolamentari o provvedimenti sopravvenuti di autorità o enti preposti alla tutela di interessi rilevanti – in questo caso il contratto può essere modificato solo se l'aumento di prezzo non eccede il 50% del valore del contratto iniziale (la limitazione si applica al valore di ciascuna modifica nel caso di più modifiche successive);
  - d. un nuovo contraente sostituisce l'aggiudicatario dell'appalto nel caso di:
    - modifiche soggettive implicanti la sostituzione del contraente originario previste in clausole chiare, precise ed inequivocabili nei documenti di gara;
    - successione di un altro operatore economico (che soddisfi gli iniziali criteri di selezione) per causa di morte o insolvenza o a seguito di ristrutturazioni societarie dell'aggiudicatario, purché ciò non implichi ulteriori modifiche sostanziali al contratto e non sia finalizzato ad eludere l'applicazione del codice (salvo art. 124 del codice);
    - assunzione degli obblighi del contraente principale da parte della stazione appaltante nei confronti dei suoi subappaltatori.
  - e. il valore della modifica è al di sotto delle soglie di rilevanza europea di cui all'art. 14 del codice;
  - f. il valore della modifica (1) è < 15 % del valore iniziale del contratto.
  - g. le modifiche non sono sostanziali.
2. Le modifiche e le varianti sono autorizzate dal RUP secondo quanto previsto dall'ordinamento

della stazione appaltante, senza necessità di procedere ad una nuova procedura di affidamento e purché la struttura del contratto e l'operazione economica ad esso collegata rimangano inalterate.

3. Se in corso di esecuzione si rende necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza di 1/5 dell'importo contrattuale, la stazione appaltante può imporre all'appaltatore l'esecuzione delle prestazioni alle condizioni originariamente previste. In questo caso l'appaltatore non può far valere la risoluzione del contratto.
4. Il contratto è sempre modificabile ai sensi dell'art. 9 del D.lgs. 36/2023 e nel rispetto delle clausole di rinegoziazione. Nel caso in cui queste non siano previste, la richiesta di rinegoziazione va avanzata senza ritardo e non giustifica, di per sé, la sospensione dell'esecuzione del contratto. Il RUP provvede a formulare la proposta di un nuovo accordo entro un termine non superiore a 3 mesi. Nel caso in cui non si pervenga al nuovo accordo entro un termine ragionevole, la parte svantaggiata può agire in giudizio per ottenere l'adeguamento del contratto all'equilibrio originario, salva la responsabilità per la violazione dell'obbligo di rinegoziazione.
5. Il RUP comunica e trasmette all'ANAC le modifiche o varianti in corso d'opera del contratto individuati. Nel caso in cui l'ANAC accerti l'illegittimità della variante in corso d'opera approvata, esercita i poteri di cui all'art. 222 del D.lgs. 36/2023. In caso di inadempimento agli obblighi di comunicazione e trasmissione delle modifiche e delle varianti in corso d'opera previsti dall'allegato II.14 del D.lgs. 36/2023, si applicano le sanzioni amministrative pecuniarie di cui all'art. 222, c. 13 del D.lgs. 36/2023.
6. Le variazioni sono valutate in base ai prezzi di contratto ai sensi dell'allegato II.14 art. 5 c.7 e 8 del D.lgs. 36/2023, tuttavia, se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati:
  - desumendoli dai prezzi di cui all'art. 41 del D.lgs. 36/2023, ove esistenti;
  - ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.
7. Qualora dai calcoli effettuati risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori, sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.
8. Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base

di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

#### ART. 7 ADOZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

1. Nella documentazione progettuale e di gara dovranno essere inserite le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei detti criteri, l'appalto dei lavori in oggetto terrà conto delle clausole contrattuali di cui al DM 23/06/2022 del Ministero della Transizione ecologica.
2. Per quanto riguarda le specifiche tecniche dell'edificio, dei componenti edilizi e del cantiere, in sede progettuale sono state prese in esame quelle contenute nel DM 23/06/2022, attinenti all'edificio in progetto, tenuto conto della specifica collocazione e dimensione dell'edificio stesso e della reale reperibilità sul mercato delle singole componenti da utilizzare.
3. Le specifiche tecniche sono prescritte negli elaborati di progetto esecutivo (Relazione generale; Piano di Sicurezza e Coordinamento) e nel capitolo 2 parte seconda del Capitolato Speciale d'Appalto. Tali specifiche tecniche dovranno essere rispettate dall'esecutore e verificate in sede di direzione lavori.

### **CAPO 2. DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO**

#### ART. 8 OSSERVANZA DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E DI PARTICOLARI DISPOSIZIONI DI LEGGE

1. Il capitolato speciale d'appalto è diviso in due parti, una contenente la descrizione delle lavorazioni e l'altra la specificazione delle prescrizioni tecniche e delle prestazioni; esso illustra in dettaglio:
  - nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;
  - nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne sono precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.
2. L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

3. L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.
4. Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al D.lgs. 81/2008, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla L 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al D.m 37/2008 (Regolamento concernente attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al d.lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.
5. Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", gli articoli 132, 133, 134 e 135 del D.lgs. 36/2023 e l'Allegato II.18 del medesimo decreto, nonché gli adempimenti in relazione ai vincoli archeologici.

#### ART. 8BIS DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO E DISCORDANZE

1. Sono parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato speciale d'appalto, il Capitolato generale d'appalto, di cui al D.m. 145/2000 per quanto non in contrasto con il presente capitolato o non previsto da quest'ultimo, e la seguente documentazione:

<b>A</b>	<b>RELAZIONI GENERALI, SPECIALISTICHE, DIMENSIONAMENTI</b>
<b>AR</b>	<b>Architettonico</b>
<b>A01.AR</b>	Relazione generale
<b>A02.AR</b>	Relazione opere edili e di restauro
<b>A03.AR</b>	Relazione storico-critica
<b>A04.AR</b>	Documentazione fotografica
<b>A05.AR</b>	Indagini conoscitive e diagnostiche
<b>A06.AR</b>	Criteri ambientali minimi
<b>A.ST</b>	<b>Strutture</b>
<b>A00.ST</b>	Strutture: analisi storico-critica e relazione sulle strutture esistenti
<b>A01.ST</b>	Strutture: relazione sulle indagini dei materiali e delle strutture per edifici esistenti
<b>A02.ST</b>	Strutture: verifica sismica delle strutture esistenti e individuazione delle carenze strutturali
<b>A03.ST</b>	Strutture: relazione geologica
<b>A04.ST</b>	Strutture: relazione sui materiali
<b>A05.ST</b>	Strutture: relazione di calcolo
<b>A06.ST</b>	Strutture: fascicolo dei calcoli
<b>A07.ST</b>	Strutture: piano di manutenzione
<b>A08.ST</b>	Strutture: relazione sismica e sulle strutture
<b>A.IE</b>	<b>Impianti elettrici e speciali</b>
<b>A01.IE</b>	Impianto elettrico: relazione impianto
<b>A02.IE</b>	Impianto elettrico: calcolo linee elettriche
<b>A03.IE</b>	Impianto elettrico: relazione calcoli illuminotecnici
<b>A.IM</b>	<b>Impianto di climatizzazione e ventilazione meccanica</b>
<b>A01.IM</b>	Impianto meccanico Relazione impianto meccanico
<b>A02.IM</b>	Impianti meccanici: relazione tecnica, calcolo dispersioni invernali Serra principale
<b>A.IA</b>	<b>Impianto antincendio</b>
<b>A01.IA</b>	Impianto antincendio: relazione impianto antincendio
<b>A.IS</b>	<b>Impianto idrico sanitario e scarichi</b>
<b>A01.IS</b>	Impianto idrico sanitari, scarichi e antincendio: relazione e dimensionamenti
<b>B</b>	<b>Computo metrico</b>
<b>B.AR</b>	Opere edili e di restauro: computo metrico estimativo



<b>B.ST</b>	Strutture: computo metrico estimativo
<b>B.IE</b>	Impianti elettrici e speciali: computo metrico estimativo
<b>B.IM</b>	Impianto di climatizzazione e ventilazione meccanica: computo metrico estimativo
<b>B.IA</b>	Impianto antincendio: computo metrico estimativo
<b>B.IS</b>	Impianto idrico sanitario e scarichi: computo metrico estimativo
<b>C</b>	<b>Elenco prezzi</b>
<b>D</b>	<b>Analisi prezzi</b>
<b>E</b>	<b>Quadro economico</b>
<b>F</b>	<b>Cronoprogramma</b>
<b>G</b>	<b>Quadro incidenza manodopera</b>
<b>H</b>	<b>Capitolato speciale d'appalto</b>
<b>I</b>	<b>Schema di contratto</b>
<b>L</b>	<b>Piano di manutenzione dell'opera</b>
<b>M</b>	<b>Piano di sicurezza e coordinamento</b>
<b>N</b>	<b>Fascicolo dell'opera</b>
	<b>ELABORATI GRAFICI</b>
<b>AR</b>	<b>Opere edili e di restauro</b>
<b>01.AR</b>	Inquadramento urbano
<b>02.AR</b>	Stato di fatto: planimetria generale e sezione ambientale
<b>03.AR</b>	Stato di fatto: pianta piano terra serra principale
<b>04.AR</b>	Stato di fatto: pianta piano primo serra principale
<b>05.AR</b>	Stato di fatto: pianta coperture serra principale
<b>06.AR</b>	Stato di fatto: prospetto sud serra principale
<b>07.AR</b>	Stato di fatto: prospetto nord serra principale
<b>08.AR</b>	Stato di fatto: prospetti est e ovest serra principale
<b>09.AR</b>	Stato di fatto: sezioni longitudinali AA' - FF' serra principale
<b>10.AR</b>	Stato di fatto: sezioni longitudinali BB' - EE' serra principale
<b>11.AR</b>	Stato di fatto: sezioni trasversali CC' - DD' serra principale
<b>12.AR</b>	Stato di fatto: pianta piano terra serre secondarie
<b>13.AR</b>	Stato di fatto: pianta copertura serre secondarie
<b>14.AR</b>	Stato di fatto: prospetti serre secondarie
<b>15.AR</b>	Stato di fatto: sezioni longitudinali AA' - BB' serre secondarie

<b>16.AR</b>	Stato di fatto: sezioni trasversali CC ' - DD' serre secondarie
<b>17.AR</b>	Stato di fatto: particolari costruttivi serra principale piano terra
<b>18.AR</b>	Stato di fatto: particolari costruttivi serra principale piano primo
<b>19.AR</b>	Stato di fatto: particolari costruttivi serre secondarie - serra est
<b>20.AR</b>	Stato di fatto: particolari costruttivi serre secondarie - serra ovest
<b>21.AR</b>	Stato di fatto: particolari costruttivi parapetti e mensole
<b>22.AR</b>	Stato di fatto: abaco porte
<b>23.AR</b>	Stato di fatto: abaco finestre e sportelli
<b>24.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: pianta piano terra serra principale
<b>25.AR</b>	Mappatura dei materiali e del degrado: pianta piano primo serra principale
<b>26.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: pianta coperture serra principale
<b>27.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: prospetto sud serra principale
<b>28.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: prospetto nord serra principale
<b>29.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: prospetti est e ovest serra principale
<b>30.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: sezioni longitudinali AA' - FF' serra principale
<b>31.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: sezioni longitudinali BB' - EE' serra principale
<b>32.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: sezioni trasversali CC'-DD' serra principale
<b>33.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: pianta piano terra serre secondarie
<b>34.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: pianta copertura serre secondarie
<b>35.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: prospetti serre secondarie
<b>36.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: sezioni longitudinali AA'-BB' serre secondarie
<b>37.AR</b>	Mappatura materiali e degrado: sezioni trasversali CC'-DD' serre secondarie
<b>38.AR</b>	Stato di progetto: planimetria generale e sezione ambientale
<b>39.AR</b>	Stato di Progetto: pianta piano terra serra principale
<b>40.AR</b>	Stato di Progetto: pianta piano primo serra principale
<b>41.AR</b>	Stato di Progetto: pianta coperture serra principale
<b>42.AR</b>	Stato di Progetto: prospetto sud serra principale
<b>43.AR</b>	Stato di Progetto: prospetto nord serra principale
<b>44.AR</b>	Stato di Progetto: prospetti est e ovest serra principale
<b>45.AR</b>	Stato di Progetto: sezioni longitudinali AA' - FF' serra principale
<b>46.AR</b>	Stato di Progetto: sezioni longitudinali BB' - EE' serra principale
<b>47.AR</b>	Stato di Progetto: sezioni trasversali CC'-DD' serra principale

<b>48.AR</b>	Stato di Progetto: pianta piano terra serre secondarie
<b>49.AR</b>	Stato di Progetto: pianta copertura serre secondarie
<b>50.AR</b>	Stato di Progetto: prospetti serre secondarie
<b>51.AR</b>	Stato di Progetto: sezioni longitudinali AA'-BB' serre secondarie
<b>52.AR</b>	Stato di Progetto: sezioni trasversali CC'-DD' serre secondarie
<b>53.AR</b>	Stato di Progetto: particolari costruttivi serra principale piano terra
<b>54.AR</b>	Stato di Progetto: particolari costruttivi serra principale piano primo
<b>55.AR</b>	Stato di Progetto: particolari costruttivi serre secondarie – serra est
<b>56.AR</b>	Stato di Progetto: particolari costruttivi serre secondarie – serra ovest
<b>57.AR</b>	Progetto: particolari costruttivi cancelli serra principale
<b>58.AR</b>	Stato di Progetto: abaco banconi
<b>59.AR</b>	Stato di Progetto: abaco porte
<b>60.AR</b>	Stato di Progetto: abaco finestre e sportelli
<b>61.AR</b>	Stato di Progetto: bagni e particolari
<b>62.AR</b>	Schede descrittive materiali, degrado e interventi di restauro
<b>63.AR</b>	Tavola comparativa: serra principale
<b>64.AR</b>	Tavola comparativa: serre secondarie
<b>ST</b>	<b><u>Strutture</u></b>
<b>00.ST</b>	Strutture: piano di indagine strutturale
<b>01.ST</b>	Strutture: prescrizioni generali
<b>02.ST</b>	Strutture: stato di fatto pianta piano terra serra principale
<b>03.ST</b>	Strutture: stato di fatto pianta piano primo serra principale
<b>04.ST</b>	Strutture: stato di fatto pianta copertura serra principale
<b>05.ST</b>	Strutture: stato di fatto prospetti longitudinali serra principale
<b>06.ST</b>	Strutture: stato di fatto sezioni longitudinali serra principale
<b>07.ST</b>	Strutture: stato di fatto prospetti e sezioni trasversali serra principale
<b>08.ST</b>	Strutture: stato di fatto degrado serra principale
<b>9.ST</b>	Strutture: progetto pianta piano terra serra principale
<b>10.ST</b>	Strutture: progetto pianta piano primo serra principale
<b>11.ST</b>	Strutture: progetto pianta copertura serra principale
<b>12.ST</b>	Strutture: progetto prospetti longitudinali serra principale
<b>13.ST</b>	Strutture: progetto sezioni longitudinali serra principale

<b>14.ST</b>	Strutture: progetto prospetti e sezioni trasversali serra principale
<b>15.ST</b>	Strutture: stato di fatto pianta piano terra e piano copertura serre secondarie
<b>16.ST</b>	Strutture: stato di fatto sezioni e prospetti serre secondarie
<b>17.ST</b>	Strutture: stato di fatto degrado serre secondarie
<b>18.ST</b>	Strutture: progetto pianta piano terra e pianta copertura serre secondarie
<b>19.ST</b>	Strutture: progetto sezioni e prospetti serre secondarie
<b>20.ST</b>	Strutture: progetto telai serra principale alta - pianta e sezioni
<b>21.ST</b>	Strutture: progetto telai serra principale bassa - pianta e sezioni
<b>22.ST</b>	Strutture: progetto telai serra principale alta - dettagli strutturali
<b>23.ST</b>	Strutture: progetto telai serra principale bassa - dettagli strutturali
<b>24.ST</b>	Strutture: telai serra principale - interventi su muratura
<b>25.ST</b>	Strutture: progetto telai serre secondarie - sezioni e dettagli
<b>26.ST</b>	Strutture: progetto telai serre secondarie - pianta delle fondazioni
<b>27.ST</b>	Strutture: progetto basamenti in c.a.- Pianta e sezioni
<b>IE</b>	<b>Impianti elettrici e speciali</b>
<b>01.IE</b>	Impianto elettrico: stato di fatto planimetria generale
<b>02.IE</b>	Impianto elettrico: progetto planimetria generale
<b>03.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano terra serra principale distribuzione FM e impianti speciali
<b>04.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano terra serra principale illuminazione
<b>05.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano primo serra principale distribuzione FM e impianti speciali
<b>06.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano primo serra principale illuminazione
<b>07.IE</b>	Impianto elettrico: progetto particolari costruttivi serra principale
<b>08.IE</b>	Impianto elettrico: quadro generale Q02
<b>09.IE</b>	Impianto elettrico: valutazione del rischio da scariche atmosferiche serra principale
<b>10.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano terra serre secondarie distribuzione FM e impianti speciali
<b>11.IE</b>	Impianto elettrico: progetto pianta piano terra serre secondarie illuminazione
<b>12.IE</b>	Impianto elettrico: progetto particolari costruttivi serre secondarie
<b>13.IE</b>	Impianto elettrico: progetto quadri serre secondarie Q03
<b>14.IE</b>	Impianto elettrico: valutazione del rischio da scariche atmosferiche serre secondarie
<b>15.IE</b>	Impianto elettrico: quadro sottocontatore - Q01
<b>IM</b>	<b>Impianto meccanico</b>
<b>01.IM</b>	Impianto di climatizzazione: progetto planimetria generale

<b>02.IM</b>	Impianto di climatizzazione: progetto pianta piano terra serra principale
<b>03.IM</b>	Impianto di climatizzazione: progetto pianta piano primo serra principale
<b>04.IM</b>	Impianto di climatizzazione: progetto particolari costruttivi serra principale
<b>05.IM</b>	Impianto di climatizzazione: progetto bagni piano terra
<b>IS</b>	<b>Impianti idrici, scarichi e antincendio</b>
<b>01.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: progetto planimetria generale
<b>02.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: progetto pianta piano terra serra principale
<b>03.IS</b>	Impianto idrico sanitario e scarichi: progetto pianta piano primo serra principale
<b>04.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: progetto particolari costruttivi serra principale
<b>05.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: progetto pianta piano terra serre secondarie
<b>06.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: progetto particolari costruttivi serre secondarie
<b>07.IS</b>	Impianti idrici, scarichi e antincendio: schemi

Sono parti integranti del contratto le polizze di cui all'art. 22 del presente CSA.

2. Alcuni documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla stazione appaltante e controfirmati dai contraenti.
3. Sono contrattualmente vincolanti per le Parti le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:
  - il Codice dei contratti - D.lgs. n. 36/2023;
  - il Codice dei beni culturali e del paesaggio – D. lgs. n. 42/2004;
  - le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nonché le norme vincolanti in specifici ambiti territoriali, quali la Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
  - delibere, pareri e determinazioni emanate dall'Autorità Nazionale Anti Corruzione (ANAC);
  - le norme tecniche emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I.
  - qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla stazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.
4. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

ovvero

Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minor misura collima con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.

5. Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti:
  - Contratto;
  - capitolato speciale d'appalto;
  - relazioni tecniche specialistiche
  - elenco prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi);
  - disegni.
6. Nel caso di discordanze tra le descrizioni riportate in elenco prezzi unitari e quelle brevi riportate nel computo metrico estimativo, se presenti, è da intendersi prevalente quanto prescritto nell'elenco prezzi, anche in relazione al fatto che tale elaborato avrà valenza contrattuale in sede di stipula, diventando allegato al contratto.
7. Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.
8. L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

#### ART. 9 QUALIFICAZIONE E REQUISITI PER GLI ESECUTORI DI LAVORI

1. Per i lavori indicati dal presente Capitolato la stazione appaltante verifica l'assenza di cause di esclusione, ai sensi degli artt. 94 e 95 D.lgs. 36/2023, e il possesso dei requisiti di partecipazione dell'operatore economico, consultando il fascicolo virtuale di cui all'articolo 24 e gli altri documenti allegati, tramite l'interoperabilità con la piattaforma digitale nazionale dati di cui all'articolo 50-ter del Codice dell'amministrazione digitale - D.lgs. 82/2005 - e con le banche dati delle pubbliche amministrazioni.
2. Nel dettaglio, l'operatore economico deve possedere i requisiti di qualificazione previsti nell'Allegato II.18 del D. lgs. n. 36/2023 al Capo I.
3. Gli operatori economici sono qualificati per categorie di opere generali, per categorie di opere specializzate, nonché per prestazioni di sola costruzione e per prestazioni di progettazione e costruzione.

#### **Tabella A**

*(Art. 46 allegato II.12 d.lgs. 36/2023)*

#### **Categorie di opere generali**

<b>OG 1</b>	Edifici civili e industriali
<b>OG 2</b>	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali
<b>OG 3</b>	Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari
<b>OG 4</b>	Opere d'arte nel sottosuolo
<b>OG 5</b>	Dighe
<b>OG 6</b>	Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione
<b>OG 7</b>	Opere marittime e lavori di dragaggio
<b>OG 8</b>	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica
<b>OG 9</b>	Impianti per la produzione di energia elettrica
<b>OG 10</b>	Impianti per la trasformazione alta/media tensione e per la distribuzione di energia elettrica in corrente alternata e continua e impianti di pubblica illuminazione
<b>OG 11</b>	Impianti tecnologici
<b>OG 12</b>	Opere e impianti di bonifica e protezione ambientale
<b>OG 13</b>	Opere di ingegneria naturalistica

### Categorie di opere specializzate

<b>OS 1</b>	Lavori in terra
<b>OS 2-A</b>	Superfici decorate di beni immobili del patrimonio culturale e beni culturali mobili di interesse storico, artistico, archeologico ed etnoantropologico
<b>OS 2-B</b>	Beni culturali mobili di interesse archivistico e librario
<b>OS 3</b>	Impianti idrico-sanitario, cucine, lavanderie
<b>OS 4</b>	Impianti elettromeccanici trasportatori
<b>OS 5</b>	Impianti pneumatici e antintrusione
<b>OS 6</b>	Finiture di opere generali in materiali lignei, plastici, metallici e vetrosi
<b>OS 7</b>	Finiture di opere generali di natura edile e tecnica
<b>OS 8</b>	Opere di impermeabilizzazione
<b>OS 9</b>	Impianti per la segnaletica luminosa e la sicurezza del traffico
<b>OS 10</b>	Segnaletica stradale non luminosa
<b>OS 11</b>	Apparecchiature strutturali speciali
<b>OS 12-A</b>	Barriere stradali di sicurezza
<b>OS 12-B</b>	Barriere paramassi, fermaneve e simili
<b>OS 13</b>	Strutture prefabbricate in cemento armato

<b>OS 14</b>	Impianti di smaltimento e recupero rifiuti
<b>OS 15</b>	Pulizia di acque marine, lacustri, fluviali
<b>OS 16</b>	Impianti per centrali di produzione energia elettrica
<b>OS 17</b>	Linee telefoniche ed impianti di telefonia
<b>OS 18-A</b>	Componenti strutturali in acciaio
<b>OS 18-B</b>	Componenti per facciate continue
<b>OS 19</b>	Impianti di reti di telecomunicazione e di trasmissione dati
<b>OS 20-A</b>	Rilevamenti topografici
<b>OS 20-B</b>	Indagini geognostiche
<b>OS 21</b>	Opere strutturali speciali
<b>OS 22</b>	Impianti di potabilizzazione e depurazione
<b>OS 23</b>	Demolizione di opere
<b>OS 24</b>	Verde e arredo urbano
<b>OS 25</b>	Scavi archeologici
<b>OS 26</b>	Pavimentazioni e sovrastrutture speciali
<b>OS 27</b>	Impianti per la trazione elettrica
<b>OS 28</b>	Impianti termici e di condizionamento
<b>OS 29</b>	Armamento ferroviario
<b>OS 30</b>	Impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi
<b>OS 31</b>	Impianti per la mobilità sospesa
<b>OS 32</b>	Strutture in legno
<b>OS 33</b>	Coperture speciali
<b>OS 34</b>	Sistemi antirumore per infrastrutture di mobilità
<b>OS 35</b>	Interventi a basso impatto ambientale

Le categorie sono classificate secondo i livelli di importo riportati all'art. 2 e 4 dell'allegato II.12 del D.lgs. 36/2023.

### **Classifiche**

- a)** I: fino a euro 258.000;
- b)** II: fino a euro 516.000;
- c)** III: fino a euro 1.033.000;
- d)** III-bis: fino a euro 1.500.000;
- e)** IV: fino a euro 2.582.000;
- f)** IV-bis: fino a euro 3.500.000;
- g)** V: fino a euro 5.165.000;



**h)** VI: fino a euro 10.329.000;

**i)** VII: fino a euro 15.494.000;

**l)** VIII: oltre euro 15.494.000.

4. La qualificazione in una categoria abilita l'operatore economico a partecipare alle gare e a eseguire i lavori nei limiti della propria classifica incrementata di un quinto.

L'attestazione di qualificazione, rilasciata secondo la procedura prevista dall'allegato II.12 del D.lgs. 36/2023, costituisce condizione necessaria e sufficiente per la dimostrazione della sussistenza dei requisiti di capacità tecnica e finanziaria ai fini dell'affidamento di lavori pubblici.

5. I requisiti di ordine speciale necessari per ottenere la qualificazione sono:

- l'idoneità professionale;
- la capacità economica e finanziaria;
- le capacità tecniche e professionali.

6. Pertanto, l'operatore economico deve possedere la qualifica richiesta dal bando di gara, dall'avviso o dall'invito a partecipare redatto dalla Stazione Appaltante e disciplinato dal Codice Appalti e dalla norma vigente.

#### ART. 10 AVVALIMENTO

1. L'avvalimento non è ammesso ai sensi dell'art. 135, comma 2 del D. lgs. n. 36/2023.

#### ART. 11 ATTIVITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI

1. La stazione appaltante, prima dell'avvio della procedura per l'affidamento, nomina, su proposta del responsabile unico del progetto (RUP), un direttore dei lavori per la direzione e il controllo dell'esecuzione dei contratti relativi a lavori. L'attività del direttore dei lavori è disciplinata dall'allegato II.14 del D.lgs. 36/2023.

2. Il direttore dei lavori è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento, opera in piena autonomia e nel rispetto delle disposizioni di servizio impartite dal RUP affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto. Nel caso di interventi particolarmente complessi, può essere supportato da un ufficio di direzione lavori assumendosi, pertanto, la responsabilità del coordinamento e della supervisione delle relative attività.

Interloquisce, inoltre, in via esclusiva con l'esecutore cui impartisce ordini di servizio riguardo agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto; l'esecutore è tenuto ad uniformarsi alle disposizioni ricevute, fatta salva la facoltà di iscrivere le proprie riserve.

3. Nel dettaglio, il direttore dei lavori:
  - prima della consegna dei lavori, redige e rilascia al RUP un'attestazione sullo stato dei luoghi con riferimento all'accessibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori e all'assenza di impedimenti alla realizzabilità del progetto;

- consegna i lavori, accertata l'idoneità dei luoghi, nelle modalità previste dall'articolo Consegna dei lavori;
- provvede all'accettazione di materiali e componenti messi in opera e, in caso contrario, emette motivato rifiuto;
- impartisce gli ordini di servizio all'esecutore per fornirgli istruzioni relative agli aspetti tecnici ed economici dell'appalto; tali disposizioni sono comunicate al RUP e riportano le ragioni tecniche e le finalità perseguite;
- accerta che il deposito dei progetti strutturali delle costruzioni sia avvenuto nel rispetto della normativa vigente e che sia stata rilasciata la necessaria autorizzazione in caso di interventi ricadenti in zone soggette a rischio sismico;
- accerta che i documenti tecnici, le prove di cantiere o di laboratorio e le certificazioni basate sull'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA) relative a materiali, lavorazioni e apparecchiature impiantistiche rispondono ai requisiti di cui al piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione;
- verifica periodicamente il possesso e la regolarità, da parte dell'esecutore e del subappaltatore, della documentazione prevista dalle leggi vigenti in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;
- controlla e verifica il rispetto dei tempi di esecuzione dei lavori indicati nel cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e successivamente dettagliati nel programma di esecuzione dei lavori (quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, la direzione dei lavori si avvale di modalità di gestione informativa digitale delle costruzioni);
- dispone tutti i controlli e le prove previsti dalle vigenti norme nazionali ed europee, dal piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e dal capitolato speciale d'appalto, redigendone, in caso di accertamento, apposito verbale da trasmettere al RUP (quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, il direttore dei lavori si avvale di modalità di gestione informativa digitale per la redazione del predetto verbale);
- verifica, con l'ausilio dell'ufficio di direzione, la presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici, nonché dei subcontraenti, accertando l'effettivo svolgimento della parte di prestazioni a essi affidata nel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato. Il direttore dei lavori registra le relative ed eventuali contestazioni dell'esecutore sulla regolarità dei lavori eseguiti in subappalto, rileva e segnala al RUP l'eventuale

inosservanza;

- supporta il RUP nello svolgimento delle attività di verifica dei requisiti di capacità tecnica nel caso di avvalimento dell'esecutore;
- controlla lo sviluppo dei lavori e impartisce disposizioni per l'esecuzione entro i limiti dei tempi e delle somme autorizzate. Sono comprese in tale attività le visite periodiche al cantiere durante il periodo di sospensione dei lavori per accertare le condizioni delle opere e l'eventuale presenza di manodopera e di macchinari e per impartire le disposizioni necessarie a contenere macchinari e manodopera nella misura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite e per facilitare la ripresa dei lavori;
- compila relazioni da trasmettere al RUP se nel corso dell'esecuzione dei lavori si verificano sinistri alle persone o danni alle proprietà e redige processo verbale alla presenza dell'esecutore per determinare l'eventuale indennizzo in caso di danni causati da forza maggiore;
- fornisce al RUP l'ausilio istruttorio e consultivo necessario per gli accertamenti finalizzati all'adozione di modifiche, variazioni e varianti contrattuali, ferma restando la possibilità di disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al RUP;
- determina i nuovi prezzi delle lavorazioni e dei materiali non previsti dal contratto in contraddittorio con l'esecutore;
- rilascia gli stati d'avanzamento dei lavori entro il termine fissato nella documentazione di gara e nel contratto, ai fini dell'emissione dei certificati per il pagamento degli acconti da parte del RUP;
- procede alla constatazione sullo stato di consistenza delle opere, in contraddittorio con l'esecutore, ed emette il certificato di ultimazione dei lavori da trasmettere al RUP (che ne rilascia copia conforme all'esecutore);
- verifica periodicamente la validità del programma di manutenzione, dei manuali d'uso e dei manuali di manutenzione, modificandone e aggiornandone i contenuti a lavori ultimati (quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, il direttore dei lavori assicura la correlazione con i modelli informativi prodotti o aggiornati nel corso dell'esecuzione dei lavori sino al collaudo);
- gestisce le contestazioni su aspetti tecnici e riserve, attenendosi alla relativa disciplina prevista dalla stazione appaltante e riportata nel capitolato d'appalto;
- fornisce chiarimenti, spiegazioni e documenti all'organo di collaudo, assistendo quest'ultimo nell'espletamento delle operazioni e approvando, previo esame, il programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti;

- svolge le funzioni di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE), se in possesso dei requisiti richiesti dalla normativa vigente sulla sicurezza - nel caso di contratti di importo > 1 milione di euro e comunque in assenza di lavori complessi e di rischi di interferenze;
- quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, il coordinatore dei flussi informativi assicura che siano utilizzati in modo interoperabile con gli strumenti relativi all'informatizzazione della gestione della contabilità dei lavori. Il direttore dei lavori può, altresì, utilizzare strumenti di raccolta e di registrazione dei dati di competenza in maniera strutturata e interoperabile con la gestione informativa digitale;
- controlla la spesa legata all'esecuzione dell'opera o dei lavori, compilando i documenti contabili. A tal fine provvede a classificare e misurare le lavorazioni eseguite, nonché a trasferire i rilievi effettuati sul registro di contabilità e per le conseguenti operazioni di calcolo che consentono di individuare il progredire della spesa.

#### ART. 12 UFFICIO DI DIREZIONE LAVORI

1. In relazione alla complessità dell'intervento, il direttore dei lavori può essere supportato da un ufficio di direzione dei lavori, costituito da uno o più direttori operativi, da ispettori di cantiere, ed eventualmente da figure professionali competenti in materia informatica.
2. Il direttore dei lavori, con l'ufficio di direzione dei lavori, è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento, anche mediante metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, per eseguire i lavori a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto. Quando si utilizzano metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui all'art. 43 e all'allegato I.9 del D.lgs. 36/2023, all'interno dell'ufficio di direzione dei lavori è nominato anche un coordinatore dei flussi informativi; tale ruolo può essere svolto dal direttore dei lavori ovvero da un direttore operativo già incaricato, se in possesso di adeguate competenze.

#### **3. Direttori operativi**

Gli assistenti con funzione di direttori operativi collaborano con il direttore dei lavori nel verificare che le lavorazioni di singole parti dei lavori da realizzare siano eseguite regolarmente e nell'osservanza delle clausole contrattuali e rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori.

Ai direttori operativi sono demandati i seguenti compiti da parte del direttore dei lavori:

- verifica che l'esecutore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli delle strutture;
- programmazione e coordinamento delle attività dell'ispettore dei lavori;

- aggiornamento del cronoprogramma generale e particolareggiato dei lavori con indicazione delle eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali e dei necessari interventi correttivi;
- assistenza al direttore dei lavori nell'identificare gli interventi necessari a eliminare difetti progettuali o esecutivi;
- individuazione e analisi delle cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori e delle relative azioni correttive;
- assistenza ai collaudatori nell'espletamento delle operazioni di collaudo;
- esame e approvazione del programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti;
- direzione di lavorazioni specialistiche.

Il direttore operativo svolge le funzioni di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE), se il direttore dei lavori non possiede i requisiti - nel caso di contratti di importo > 1 milione di euro e comunque in assenza di lavori complessi e di rischi di interferenze.

#### 4. **Ispettori di cantiere**

Gli assistenti con funzione di ispettori di cantiere collaborano con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori, rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori e sono presenti a tempo pieno durante il periodo di svolgimento di lavori che richiedono un controllo quotidiano, nonché durante le fasi di collaudo e di eventuali manutenzioni.

La figura dell'ispettore di cantiere è subordinata a quella del direttore operativo. La differenza sostanziale tra le rispettive mansioni consiste nel fatto che, mentre l'ispettore di cantiere svolge attività propriamente pratiche, come la sorveglianza in cantiere, il direttore operativo occupa un ruolo più gestionale; tra i compiti del direttore operativo vi è, infatti, quello di programmare e coordinare le attività dell'ispettore di cantiere

Agli ispettori di cantiere sono demandati i seguenti compiti da parte del direttore dei lavori:

- verifica dei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali per assicurare che siano conformi alle prescrizioni e approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore;
- verifica, prima della messa in opera, che i materiali, le apparecchiature e gli impianti abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o dalle prescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti;
- controllo sulle attività dei subappaltatori;
- controllo sulla regolare esecuzione dei lavori con riguardo ai disegni e alle specifiche tecniche contrattuali;
- assistenza alle prove di laboratorio;
- assistenza ai collaudi dei lavori e alle prove di messa in esercizio e accettazione degli impianti;

- predisposizione degli atti contabili ed esecuzione delle misurazioni;
- assistenza al coordinatore per l'esecuzione.

#### ART. 13 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato speciale, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Il direttore dei lavori ha il compito dell'accettazione dei materiali previsti dal progetto, sia prima che dopo la messa in opera: al momento in cui vengono introdotti in cantiere valuta lo stato e la relativa documentazione (accettazione preliminare), l'accettazione diventa definitiva solo successivamente alla posa in opera; restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.
3. Nel dettaglio, prima della messa in opera, i materiali vengono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificare le prestazioni. In tale fase il direttore dei lavori rifiuta quelli deperiti o non conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, invitando l'esecutore a rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a proprie spese. Il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile. Se l'esecutore non procede alla rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
4. Il direttore dei lavori verifica anche il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere.
5. L'Appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al D.P.R. 21 aprile 1993 n. 246 "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativo ai prodotti da costruzione".
6. L'Appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008) e ss.mm.ii.

#### ART. 14 DOCUMENTI CONTABILI

1. La contabilità dei lavori è effettuata mediante l'utilizzo di strumenti elettronici specifici, che usano piattaforme, anche telematiche, interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari.
2. I documenti contabili, predisposti e tenuti dal direttore dei lavori, o dai direttori operativi o dagli ispettori di cantiere delegati dallo stesso, e firmati contestualmente alla compilazione secondo la cronologia di inserimento dei dati, sono:
  - a. il giornale dei lavori;
  - b. i libretti di misura;
  - c. il registro di contabilità;
  - d. lo stato di avanzamento lavori (SAL);
  - e. il conto finale.
  - a. Il giornale dei lavori riporta per ciascun giorno:
    - l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni;
    - la qualifica e il numero degli operai impiegati;
    - l'attrezzatura tecnica impiegata per l'esecuzione dei lavori;
    - l'elenco delle provviste fornite dall'esecutore, documentate dalle rispettive fatture quietanzate, nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, ivi compresi gli eventuali eventi infortunistici;
    - l'indicazione delle circostanze e degli avvenimenti relativi ai lavori che possano influire sui medesimi, inserendovi le osservazioni meteorologiche e idrometriche, le indicazioni sulla natura dei terreni e quelle particolarità che possono essere utili;
    - le disposizioni di servizio e gli ordini di servizio del RUP e del direttore dei lavori;
    - le relazioni indirizzate al RUP;
    - i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
    - le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori;
    - le varianti ritualmente disposte, le modifiche o aggiunte ai prezzi;
  - b. I **libretti di misura** delle lavorazioni e delle provviste contengono la misurazione e classificazione delle lavorazioni effettuate dal direttore dei lavori. Il direttore dei lavori cura che i libretti siano aggiornati e immediatamente firmati dall'esecutore o dal tecnico dell'esecutore che ha assistito al rilevamento delle misure.

I libretti delle misure possono anche contenere le figure quotate delle lavorazioni eseguite, i profili e i piani quotati raffiguranti lo stato delle cose prima e dopo le lavorazioni, oltre alle memorie esplicative al fine di dimostrare chiaramente ed esattamente, nelle sue varie parti, la forma e il modo di esecuzione.

- c. Il **registro di contabilità** è il documento che riassume e accentra l'intera contabilizzazione dell'opera, in quanto a ciascuna quantità di lavorazioni eseguite e registrate nel libretto di misura associa i corrispondenti prezzi contrattuali, in modo tale da determinare l'avanzamento dei lavori non soltanto sotto il profilo delle quantità eseguite ma anche sotto quello del corrispettivo maturato dall'esecutore.
- Il registro è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni SAL.
- d. Lo **stato di avanzamento lavori (SAL)** riassume tutte le lavorazioni e tutte le somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino ad allora; è ricavato dal registro di contabilità e rilasciato nei termini e modalità indicati nella documentazione di gara e nel contratto di appalto, ai fini del pagamento di una rata di acconto. Il SAL riporta:
- il corrispettivo maturato;
  - gli acconti già corrisposti;
  - l'ammontare dell'acconto da corrispondere, sulla base della differenza tra le prime due voci.
  - Il direttore dei lavori trasmette immediatamente il SAL al RUP, il quale emette il certificato di pagamento. Previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore, il RUP invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante per l'emissione del mandato di pagamento; ogni certificato di pagamento emesso dal RUP è annotato nel registro di contabilità.
- e. il **conto finale** dei lavori viene compilato dal direttore dei lavori a seguito della certificazione dell'ultimazione dei lavori e trasmesso al RUP unitamente a una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è soggetta, allegando tutta la relativa documentazione.
- Il conto finale viene sottoscritto dall'esecutore. All'atto della firma, l'esecutore non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, ma deve limitarsi a confermare le riserve già iscritte negli atti contabili. Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine assegnato, non superiore a 30 giorni, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende definitivamente accettato. Il RUP, entro i successivi 60 giorni, redige una propria relazione finale riservata nella quale esprime parere motivato sulla fondatezza delle domande dell'esecutore.
- f. **sommario del registro di contabilità** che, nel caso di lavori a misura, riporta ciascuna partita, e la classifica secondo il rispettivo articolo di elenco e di perizia,



sommando le quantità e gli importi parziali.

#### ART. 15 PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI – CRONOPROGRAMMA – PIANO DI QUALITÀ

1. Prima dell'inizio dei lavori, l'esecutore presenta alla stazione appaltante un programma di esecuzione dei lavori dettagliato ai sensi dell'art. 32 c. 9 dell'allegato I.7 del D.lgs. 36/2023, indipendente dal cronoprogramma, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni riguardo il periodo di esecuzione, l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

##### **2. Cronoprogramma**

Il progetto esecutivo è corredato del cronoprogramma, costituito da un diagramma che rappresenta graficamente, in forma chiaramente leggibile, tutte le fasi attuative dell'intervento, ivi comprese le fasi di redazione del progetto esecutivo, di approvazione del progetto, di affidamento dei lavori, di esecuzione dei lavori, nonché di collaudo o di emissione del certificato di regolare esecuzione dei lavori, ove previsti secondo la normativa in materia, e per ciascuna fase indica i relativi tempi di attuazione.

Il cronoprogramma, inoltre, riporta, in particolare, la sequenza delle lavorazioni che afferiscono alla fase di esecuzione dei lavori, con la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, e per ciascuna lavorazione rappresenta graficamente i relativi tempi di esecuzione e i relativi costi.

Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

Nei casi in cui i lavori siano affidati sulla base del progetto di fattibilità, secondo quanto previsto dal codice, il cronoprogramma è presentato dal concorrente insieme con l'offerta.

A tale modello di controllo e gestione del processo di realizzazione dell'intervento può essere associato l'utilizzo di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'art. 43 del codice, nonché di tecniche specifiche di gestione integrata dell'intervento.

##### **3. Piano di qualità di costruzione e di installazione**

L'esecutore redige il piano di qualità di costruzione e di installazione ai sensi dell'art. 32 c. 5 dell'allegato I.7 del D.lgs. 36/2023, che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo della fase esecutiva. Il piano deve essere approvato dal direttore dei lavori e definisce i criteri di valutazione dei materiali e dei prodotti installati e i criteri di valutazione e risoluzione di eventuali non conformità.

#### ART. 16 CONSEGNA DEI LAVORI

1. Prima di procedere alla consegna, il direttore dei lavori attesta lo stato dei luoghi verificando:
  - l'accessibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori, secondo le indicazioni risultanti dagli elaborati progettuali;

- l'assenza di impedimenti alla realizzabilità del progetto, sopravvenuti rispetto agli accertamenti effettuati prima dell'approvazione del progetto medesimo.

L'attività è documentata attraverso apposito verbale di sopralluogo che viene trasmesso al RUP.

2. La consegna dei lavori, oggetto dell'appalto, all'esecutore avviene da parte del direttore dei lavori, previa disposizione del RUP, ai sensi dell'art. 3 dell'allegato II.14 del D.lgs. 36/2023, non oltre 45 giorni dalla data di registrazione alla Corte dei conti del decreto di approvazione del contratto, e non oltre 45 giorni dalla data di approvazione del contratto quando la registrazione della Corte dei conti non è richiesta per legge; negli altri casi il termine di 45 giorni decorre dalla data di stipula del contratto.
3. Il direttore dei Lavori, comunica con congruo preavviso all'esecutore, il giorno e il luogo in cui deve presentarsi, munito del personale idoneo, nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo piani, profili e disegni di progetto. Avvenuta la consegna, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono apposito verbale, che viene trasmesso al RUP, dalla cui data decorre il termine per il completamento dei lavori.

**Il verbale contiene:**

- le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;
  - l'indicazione delle aree, dei locali, delle condizioni di disponibilità dei mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori dell'esecutore, nonché dell'ubicazione e della capacità delle cave e delle discariche concesse o comunque a disposizione dell'esecutore stesso;
  - la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso, che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.
4. Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica e al completamento del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

**5. Mancata consegna**

- Nel caso in cui si riscontrino differenze fra le condizioni locali e il progetto esecutivo, non si procede alla consegna e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al RUP, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione del progetto esecutivo e delle successive verifiche, proponendo i provvedimenti da adottare.
- Nel caso in cui l'esecutore non prenda parte alla consegna dei lavori, senza giustificato motivo, la stazione appaltante può fissare una nuova data di consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione, oppure

risolvere il contratto ed incamerare la cauzione.

- La consegna può non avvenire per causa imputabile alla stazione appaltante ed in tal caso l'esecutore può chiedere il recesso del contratto. Se l'istanza di recesso viene accolta, l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, nelle percentuali sotto riportate e calcolate sull'importo netto dell'appalto di cui al comma 12 del predetto art. 3:
- 1,00% per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
- 0,50% per l'eccedenza fino a 1.549.000 euro;
- 0,20% per la parte eccedente 1.549.000 euro.

La richiesta di pagamento delle spese, debitamente quantificata, è inoltrata a pena di decadenza entro 60 giorni dalla data di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza di recesso ed è formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscrivere nel verbale di consegna dei lavori e confermare nel registro di contabilità.

Nel caso di appalto di progettazione ed esecuzione, l'esecutore ha altresì diritto al rimborso delle spese, nell'importo quantificato nei documenti di gara e depurato del ribasso offerto, dei livelli di progettazione dallo stesso redatti e approvati dalla stazione appaltante.

Se l'istanza di recesso non viene accolta, si procede alla consegna tardiva dei lavori, l'esecutore ha diritto al risarcimento dei danni causati dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera prevista dal cronoprogramma nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

## **6. Sospensione**

Avvenuta la consegna, la stazione appaltante può sospendere i lavori per ragioni non di forza maggiore, purché la sospensione non si protragga per più di 60 giorni. Trascorso inutilmente tale termine, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto allo stesso modo del caso di consegna tardiva per causa imputabile alla stazione appaltante.

## **7. Consegna parziale**

Il direttore dei lavori provvede alla consegna parziale dei lavori nei casi di temporanea indisponibilità parziale delle aree e degli immobili e, in contraddittorio con l'appaltatore, sottoscrive il verbale di consegna parziale dei lavori.

Al riguardo, l'esecutore presenta, a pena di decadenza dalla possibilità di iscrivere riserve per ritardi, un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Tuttavia, se le cause di indisponibilità permangono anche dopo che sono stati realizzati i lavori previsti dal programma, si applica la disciplina relativa alla sospensione dei lavori.

Nel caso di **consegna d'urgenza**, il verbale di consegna indica, altresì, le lavorazioni che l'esecutore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisorie.

#### ART. 17 SOSPENSIONI E TERMINE DI ULTIMAZIONE LAVORI

1. Per l'esecuzione dei lavori sono previsti **530 giorni**, naturali e consecutivi.
2. È disposta la sospensione dell'esecuzione ai sensi dell'art. 121 del D.lgs. 36/2023:
  - quando ricorrono circostanze speciali che non erano prevedibili al momento della stipulazione del contratto e che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte - il direttore dei lavori compila il verbale di sospensione e lo inoltra al RUP entro 5 giorni;
  - per ragioni di necessità o di pubblico interesse - da parte del RUP.
3. Il direttore dei lavori dispone la sospensione dei lavori, redigendo, con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, il verbale di sospensione - ai sensi dell'art. 8. 1 dell'allegato II.14 del codice - riportando:
  - le ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori;
  - lo stato di avanzamento dei lavori e delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e le cautele adottate al fine della ripresa dell'intervento e della sua ultimazione senza eccessivi oneri;
  - la consistenza del personale impiegato e dei mezzi d'opera presenti in cantiere al momento della sospensione.
4. La sospensione si protrae per il tempo strettamente necessario.

Se la sospensione supera 1/4 della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori, il RUP dà avviso all'ANAC; contrariamente, l'ANAC irroga una sanzione amministrativa alla stazione appaltante ai sensi dell'art. 222 .13 del D.lgs. 36/2023.

In questo caso - sospensione > 1/4 o 6 mesi della durata complessiva prevista per l'esecuzione - l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti.

Cessate le cause di sospensione, il RUP ordina la ripresa dell'esecuzione dei lavori ed indica un nuovo termine contrattuale. Entro 5 giorni dalla disposizione di ripresa dei lavori, il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa dei lavori, sottoscritto anche dall'esecutore, con indicazione del nuovo termine contrattuale. Se l'esecutore ritiene che siano cessate le cause che hanno determinato la sospensione temporanea dei lavori, ma il RUP non ha ancora disposto la ripresa dei lavori, l'esecutore può diffidarlo e dare le opportune disposizioni per la ripresa al direttore dei lavori; la diffida è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori.
5. Quando, a seguito della consegna dei lavori, insorgono circostanze che impediscono parzialmente il regolare svolgimento dei lavori per cause imprevedibili o di forza maggiore,

l'esecutore prosegue le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili, dandone atto in apposito verbale.

6. Le contestazioni dell'esecutore riguardo alle sospensioni dei lavori, comprese anche quelle parziali, sono iscritte, a pena di decadenza, nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori. Se la contestazione riguarda esclusivamente la durata della sospensione, è sufficiente l'iscrizione della stessa nel verbale di ripresa dei lavori; nel caso in cui l'esecutore non firmi i verbali, deve farne espressa riserva sul registro di contabilità.
7. Se le sospensioni dei lavori, totali o parziali, sono disposte dalla stazione appaltante per cause diverse da quelle sopra individuate, l'esecutore può chiedere, previa iscrizione di specifica riserva, a pena di decadenza, il risarcimento dei danni subiti, quantificato sulla base di quanto previsto dall'articolo 1382 c.c. e secondo i criteri individuati dall'art. 8 c.2 dell'allegato II.14 del D.lgs. 36/2023:
  - a. 
$$\text{Osgi, max} = 0,65 \cdot (\text{Ic} - \text{Ui} - \text{Sg}) \text{ gsosp} / \text{Tcontr}$$
 dove:  
 Osgi, max = limite massimo per il risarcimento dovuto ai maggiori oneri per le spese generali infruttifere  
 Ic = importo contrattuale  
 Ui = utile di impresa = 10% Ic  
 Sg = spese generali = 15% Ic  
 Tcontr = tempo contrattuale  
 gsosp = giorni sospensione
  - b. lesione dell'utile coincidente con la ritardata percezione dell'utile di impresa, nella misura pari agli interessi legali di mora di cui all'art.2, c. 1, lett. e), del D.lgs. 231/2002, computati sulla percentuale del 10 %, rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;
  - c. mancato ammortamento e retribuzioni inutilmente corrisposte riferiti rispettivamente al valore reale, all'atto della sospensione, dei macchinari esistenti in cantiere e alla consistenza della manodopera accertati dal direttore dei lavori;
  - d. determinazione dell'ammortamento sulla base dei coefficienti annui fissati dalle norme fiscali vigenti.
8. L'esecutore termina i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna oppure, in caso di consegna parziale, dall'ultimo dei verbali di consegna e comunica per iscritto al direttore dei lavori l'ultimazione. Il direttore dei lavori procede alle necessarie constatazioni in contraddittorio. L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità se i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.
9. L'esecutore che, per cause a lui non imputabili, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, può richiederne la proroga con congruo anticipo rispetto alla scadenza del

termine contrattuale. Sull'istanza di proroga decide, entro 30 giorni dal suo ricevimento, il RUP, sentito il direttore dei lavori.

#### ART. 18 ESECUZIONE DEI LAVORI NEL CASO DI PROCEDURE DI INSOLVENZA

1. Fatto salvo quanto previsto dai commi 4 e 5 dell'art. 124 del D.lgs. 36/2023, in caso di liquidazione giudiziale, di liquidazione coatta e concordato preventivo, oppure di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 122 o di recesso dal contratto ai sensi dell'art. 88, c. 4-ter, del codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, di cui al D.lgs. 159/2011, oppure in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, la stazione appaltante interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, per stipulare un nuovo contratto per l'affidamento dell'esecuzione o del completamento dei lavori, servizi o forniture, se tecnicamente ed economicamente possibile.
2. L'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede di offerta.
3. Il curatore della procedura di liquidazione giudiziale, autorizzato dal giudice delegato all'esercizio provvisorio dell'impresa, stipula il contratto qualora l'aggiudicazione sia intervenuta prima della dichiarazione di liquidazione giudiziale ed esegue il contratto già stipulato dall'impresa assoggettata alla liquidazione giudiziale.

#### ART. 19 RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

1. La stazione appaltante risolve il contratto di appalto, senza limiti di tempo, se ricorre una delle seguenti condizioni:
  - a. modifica sostanziale del contratto, ai sensi dell'art. 120 c. 6 del D.lgs. 36/2023;
  - b. modifiche dettate dalla necessità di lavori supplementari non inclusi nell'appalto e varianti in corso d'opera (art. 120 c.1 lett. b), c), del D.lgs. 36/2023) nel caso in cui l'aumento di prezzo ecceda il 50 % del valore del contratto iniziale;
  - c. la modifica del contratto supera le soglie di rilevanza europea (art. 14 del D.lgs. 36/2023);
  - d. la modifica supera il 15% del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori;
  - e. ricorre una delle cause di esclusione automatica previste dall'art. 94 c. 1 del D.lgs. 36/2023;
  - f. violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento, ai sensi dell'art. 258 del TFUE;
  - g. decadenza dell'attestazione di qualificazione dell'esecutore dei lavori a causa di falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
  - h. provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di misure di prevenzione.
2. Il contratto di appalto può essere risolto per grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da compromettere la buona riuscita delle

prestazioni; in questo caso, il direttore dei lavori, accertato il grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, procede secondo quanto stabilito dall'art. 10 dell'allegato II.14 del D.lgs. 36/2023:

- invia al RUP una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'appaltatore;
  - formula la contestazione degli addebiti all'appaltatore, assegnando a quest'ultimo un termine massimo di 15 giorni per la presentazione delle sue controdeduzioni al RUP;
3. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del RUP dichiara risolto il contratto, ai sensi dell'art. 122 c. 3 del D.lgs. 36/2023.
  4. Comunicata all'appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, il RUP, con preavviso di 20 giorni, richiede al direttore dei lavori la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.
  5. L'organo di collaudo, acquisito lo stato di consistenza, redige un verbale di accertamento tecnico e contabile in cui accerta la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante ed è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.
  6. In caso di ritardi nell'esecuzione delle prestazioni per negligenza dell'appaltatore, il direttore dei lavori assegna un termine non inferiore a 10 giorni per l'esecuzione delle prestazioni.
  7. Al riguardo, si redige processo verbale in contraddittorio tra le parti; qualora l'inadempimento permanga allo scadere del termine sopra indicato, la stazione appaltante risolve il contratto, con atto scritto comunicato all'appaltatore, fermo restando il pagamento delle **penali**.
  8. A seguito della risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto:
    - al pagamento delle prestazioni relative ai lavori regolarmente eseguiti - nei casi a) e b);
    - al pagamento delle prestazioni relative ai lavori regolarmente eseguiti decurtato:
      - degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto;
      - e, in sede di liquidazione finale, della maggiore spesa sostenuta per il nuovo affidamento - quando la stazione appaltante non prevede che l'affidamento avvenga alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta (art. 124 c. 2 del D.lgs. 36/2023).
  9. Sciolto il contratto, l'appaltatore provvede al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine assegnato dalla stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. Nel caso di provvedimenti giurisdizionali

cautelari, possessori o d'urgenza che inibiscono o ritardano il ripiegamento dei cantieri o lo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze, la stazione appaltante può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'appaltatore o prestare fideiussione bancaria o polizza assicurativa pari all'1% del valore del contratto, con le modalità di cui all'art. 106 del D.lgs. 36/2023, resta fermo il diritto dell'appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.

#### ART. 20 GARANZIA PROVVISORIA

1. La **garanzia provvisoria**, ai sensi di quanto disposto dall'art. 106 del D.lgs. 36/2023, copre la mancata sottoscrizione del contratto dovuta ad ogni fatto riconducibile all'affidatario o conseguenti all'adozione di informazione antimafia interdittiva emessa ai sensi degli artt. 84 e 91 del Codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, di cui al D.lgs. 159/2011, ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.
2. Tale garanzia - art. 106 c. 1, del codice - è pari al **2%** del valore complessivo del presente appalto. Per rendere l'importo della garanzia proporzionato e adeguato alla natura delle prestazioni oggetto d'appalto e al grado di rischio a esso connesso, la stazione appaltante può ridurre l'importo sino all'**1%** o incrementarlo sino al **4%**, con apposita motivazione.
3. La garanzia provvisoria è costituita sotto forma di cauzione con bonifico (o altri strumenti e canali di pagamento elettronici previsti dall'ordinamento vigente), a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante.

Oppure

La garanzia provvisoria è costituita sotto forma di fideiussione ed è rilasciata da istituto di credito autorizzato, a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante. La garanzia fideiussoria, firmata digitalmente, viene verificata telematicamente presso l'emittente ovvero gestita con ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 135/2018, convertito con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AgID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.

4. La garanzia prevede la rinuncia:
  - al beneficio della preventiva escussione del debitore principale;
  - all'eccezione di cui all'art. 1957c. 2 del Codice Civile.;
  - all'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni, a semplice richiesta scritta di questa stazione appaltante.
5. Tale garanzia copre un arco temporale almeno di 180 giorni - che possono variare in relazione alla durata presumibile del procedimento - decorrenti dalla presentazione dell'offerta.
6. L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo, è ridotto del **30%** quando, la certificazione del sistema di qualità conforme alla norma UNI CEI ISO 9000, è stata rilasciata da organismi accreditati ai sensi delle norme della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000. Si applica la riduzione del **50%**, non cumulabile con la riduzione del **30%**, nei confronti delle micro, delle piccole e delle medie imprese e dei raggruppamenti di



operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da micro, piccole e medie imprese. L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del **10%**, cumulabile con la riduzione del **30%** e del **50%**, quando l'operatore economico presenti una fideiussione, emessa e firmata digitalmente, che sia gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 135/2018, convertito con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AgID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1. L'importo della garanzia e del suo rinnovo è ridotto fino ad un importo massimo del **20%**, cumulabile con le riduzioni del **30%** e del **50%**, quando l'operatore economico possieda una o più delle certificazioni o marchi individuati dall'allegato II.13 del D.lgs. 36/2023, nei documenti di gara iniziali, che fissano anche l'importo della riduzione, entro il limite massimo predetto. Nel caso di cumulo delle riduzioni, la riduzione successiva è calcolata sull'importo che risulta dalla riduzione precedente. Per beneficiare della riduzione il possesso dei requisiti viene espressamente indicato nel contratto, in quanto opportunamente documentato nei modi previsti dalla normativa vigente in sede di offerta.

7. La garanzia deve essere conforme agli schemi tipo approvati con decreto del Ministro delle imprese e del made in Italy di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e con il Ministro dell'economia e delle finanze, e prevede la rivalsa verso il contraente e il diritto di regresso verso la stazione appaltante per l'eventuale indebito arricchimento e possono essere rilasciate congiuntamente da più garanti. I garanti designano un mandatario o un delegatario per i rapporti con la stazione appaltante.

#### ART. 21 GARANZIA DEFINITIVA

1. L'appaltatore alla sottoscrizione del contratto, deve costituire, obbligatoriamente, garanzia definitiva, con le modalità previste dall'articolo 106 del D.lgs. 36/2023, ed è pari al 10% dell'importo contrattuale.

La garanzia definitiva è costituita sotto forma di cauzione con bonifico (o altri strumenti e canali di pagamento elettronici previsti dall'ordinamento vigente), a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante.

Oppure

La garanzia definitiva è costituita sotto forma di fideiussione ed è rilasciata da istituto di credito autorizzato, a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante. La garanzia fideiussoria, firmata digitalmente, viene verificata telematicamente presso l'emittente ovvero gestita con ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 35/2018, convertito con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AGID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.

2. La garanzia prevede la rinuncia:
  - al beneficio della preventiva escussione del debitore principale;
  - all'eccezione di cui all'art. 1957 c. 2 del Codice Civile;

- all'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni, a semplice richiesta scritta di questa stazione appaltante.
- 3. Per salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al 10%, la garanzia è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%. Se il ribasso è superiore al 20%, l'aumento è di 2 punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.
- 4. La garanzia è prestata per l'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e per il risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché per il rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'esecutore.
- 5. La stazione appaltante richiede all'aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere.
- 6. Alla garanzia definitiva si applicano le riduzioni previste dall'articolo **Garanzia provvisoria**.
- 7. L'esecutore può richiedere prima della stipulazione del contratto di sostituire la garanzia definitiva con l'applicazione di una ritenuta a valere sugli stati di avanzamento pari al 10% degli stessi, ferme restando la garanzia fideiussoria costituita per l'erogazione dell'anticipazione e la garanzia da costituire per il pagamento della rata di saldo. Per motivate ragioni di rischio dovute a particolari caratteristiche dell'appalto o a specifiche situazioni soggettive dell'esecutore dei lavori, la stazione appaltante può opporsi alla sostituzione della garanzia.
- 8. Le ritenute sono svincolate dalla stazione appaltante all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque non oltre 12 mesi dopo la data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
- 9. La stazione appaltante ha il diritto di valersi della garanzia, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori, nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore. Può, altresì, incamerare la garanzia per il pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto.
- 10. La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui all'art. 117 del D.lgs. 36/2023, determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.
- 11. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione ed è progressivamente svincola con l'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo dell'80% dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione

del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a 12 mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

12. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.
13. Il mancato svincolo nei 15 giorni dalla consegna dei SAL o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

#### ART. 22 COPERTURE ASSICURATIVE

1. L'esecutore dei lavori, in ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 117 c. 10, del D.lgs. 36/2023, deve costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori una polizza di assicurazione che copre i danni subiti dalla stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori.
2. L'importo della somma da assicurare viene stabilito in € 2.000.000,00.
3. Tale polizza assicura la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari a 500.000,00 € (pari al **5%** della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro).
4. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi **12 mesi** dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
5. Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.
6. L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante.
7. Le garanzie fideiussorie e le polizze assicurative di cui sopra devono essere conformi agli schemi tipo approvati con decreto del Ministro delle imprese e del made in Italy di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e con il Ministro dell'economia e delle finanze. Le garanzie fideiussorie prevedono la rivalsa verso il contraente e il diritto di regresso verso la stazione appaltante per l'eventuale indebito arricchimento e possono essere rilasciate congiuntamente da più garanti. I garanti designano un mandatario o un delegatario per i rapporti con la stazione appaltante.

## ART. 23 DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

1. L'affidamento in subappalto è subordinato al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 119 del D.lgs. 36/2023 e deve essere sempre autorizzato dalla stazione appaltante.
2. A pena di nullità, fatto salvo quanto previsto dall'art. 120 c. 2, lettera d) del D.lgs. 36/2023, il contratto non può essere ceduto e non può essere affidata a terzi l'integrale esecuzione delle prestazioni o lavorazioni, nonché la prevalente esecuzione delle lavorazioni relative alla categoria prevalente e dei contratti ad alta intensità di manodopera. Nell'ambito della categoria prevalente OG2, si esplicita che le lavorazioni relative al restauro dei serramenti in ferro NON SONO SUBAPPALTABILI, in quanto trattasi di lavorazioni peculiari e specifiche del progetto, che si connotano per un alto valore conservativo nell'edificio sottoposto a tutela del Codice per i beni culturali. Le motivazioni di tale limitazione sono rafforzate dalle modalità di esecuzione di suddette lavorazioni e delle condizioni di sicurezza da attenzionare, e poiché tali lavorazioni devono essere eseguite secondo una precisa sequenza di smontaggio, recupero e rimontaggio per fasce progressive, tale lavorazione scandisce fortemente le sequenze e l'articolazione delle lavorazioni al contorno. Per quanto sopra argomentato, si ritiene che tali lavorazioni debbano essere eseguite direttamente dall'appaltatore contraente. Come risulta dal CME, l'importo di tali lavorazioni ammonta a € 291.509,05.
3. Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto, con organizzazione di mezzi e rischi a carico del subappaltatore.
4. Costituisce, comunque, subappalto di lavori qualsiasi contratto stipulato dall'appaltatore con terzi avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.
5. L'affidatario può subappaltare a terzi l'esecuzione delle prestazioni o dei lavori oggetto del contratto secondo le disposizioni del presente articolo.
  - Nel rispetto dei principi di cui agli artt. 1, 2 e 3 del D.lgs. 36/2023 la stazione appaltante, eventualmente avvalendosi del parere delle Prefetture competenti, indica nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto da eseguire a cura dell'aggiudicatario sulla base:
  - delle caratteristiche dell'appalto, ivi comprese quelle di cui all'art. 104 c. 11 del D.lgs. 36/2023;
  - di interventi di restauro su finiture e componenti dell'edificio;
  - dell'esigenza di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro e di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori ovvero di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali, a meno che

i subappaltatori siano iscritti nell'elenco dei fornitori, prestatori di servizi ed esecutori di lavori di cui al c. 52 dell'art. 1 della L. 190/2012, ovvero nell'anagrafe antimafia degli esecutori istituita dall'art. 30 del D.L. 189/2016, convertito, con modificazioni, dalla L. 229/2016, tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare.

6. L'affidatario deve comunicare alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto e l'oggetto del lavoro affidato. Sono, altresì, comunicate alla stazione appaltante eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto.
7. Sussiste l'obbligo di acquisire nuova autorizzazione integrativa se l'oggetto del subappalto subisce variazioni e l'importo dello stesso viene incrementato.
8. I soggetti affidatari dei contratti possono affidare in subappalto le opere o i lavori, compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante, purché:
  - a. il subappaltatore sia qualificato per le lavorazioni e le prestazioni da eseguire;
  - b. non sussistano a suo carico le cause di esclusione di cui al Capo II del Titolo IV della Parte V del Libro II del D.lgs. 36/2023;
  - c. all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere che si intende subappaltare.
9. L'affidatario deposita il contratto di subappalto presso la stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni. Al momento del deposito del contratto di subappalto presso la stazione appaltante, l'affidatario trasmette la dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui al Capo II del Titolo IV della Parte V del Libro II e il possesso dei requisiti di cui agli artt. 100 e 103 del D.lgs. 36/2023. La stazione appaltante verifica la dichiarazione tramite la Banca dati nazionale di cui all'art. 23 del D.lgs. 36/2023.
10. L'affidatario sostituisce, previa autorizzazione della stazione appaltante, i subappaltatori relativamente ai quali, all'esito di apposita verifica, sia stata accertata la sussistenza di cause di esclusione di questi ultimi.
11. Il contratto di subappalto, corredato della documentazione tecnica, amministrativa e grafica, direttamente derivata dagli atti del contratto affidato, indica puntualmente l'ambito operativo del subappalto, sia in termini prestazionali che economici.
12. Il contraente principale e il subappaltatore sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto di subappalto.
13. L'aggiudicatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'art. 29 del D.lgs. 276/2003.
14. Il subappaltatore, per le prestazioni affidate in subappalto, garantisce gli stessi standard qualitativi e prestazionali previsti nel contratto di appalto, riconosce, altresì, ai lavoratori un trattamento economico e normativo non inferiore a quello che avrebbe garantito il

contraente principale, inclusa l'applicazione dei medesimi contratti collettivi nazionali di lavoro, qualora le attività oggetto di subappalto coincidano con quelle caratterizzanti l'oggetto dell'appalto, ovvero riguardino le lavorazioni relative alle categorie prevalenti e siano incluse nell'oggetto sociale del contraente principale. L'affidatario corrisponde i costi della sicurezza e della manodopera, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

15. L'affidatario è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni.
16. È, altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.
17. L'affidatario e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono alla stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza.
18. Ai fini del pagamento delle prestazioni rese nell'ambito dell'appalto o del subappalto, la stazione appaltante acquisisce il documento unico di regolarità contributiva in corso di validità relativo all'affidatario e a tutti i subappaltatori.
19. Al fine di contrastare il fenomeno del lavoro sommerso ed irregolare, il documento unico di regolarità contributiva sarà comprensivo della verifica della congruità della incidenza della mano d'opera relativa allo specifico contratto affidato.
20. Per i contratti relativi a lavori, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, nonché in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva, ai sensi dell'art. 11 c. 5 del D.lgs. 36/2023 la stazione appaltante e gli enti concedenti assicurano, in tutti i casi, che le medesime tutele normative ed economiche siano garantite ai lavoratori in subappalto.
21. Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere sono indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.
22. L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo allega copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'art. 2359 del Codice Civile con il titolare del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione è effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio. La stazione appaltante provvede al rilascio

dell'autorizzazione al subappalto entro 30 giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

23. Ai sensi degli art. 18, c. 1, lett. u), 20, c. 3 e art. 26, c. 8, del D.lgs. 81/2008, nonché dell'art. 5, c. 1, della L. 136/2010, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati che deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nel medesimo luogo di lavoro, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.
24. La stazione appaltante indica nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto che, pur subappaltabili, non possono formare oggetto di ulteriore subappalto, in ragione delle specifiche caratteristiche dell'appalto e dell'esigenza, tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare, di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro o di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori oppure di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali.
25. I piani di sicurezza di cui al D.lgs. 81/2008 sono messi a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato.
26. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
27. Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo o di consorzio, detto obbligo incombe al mandatario. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Con riferimento ai lavori affidati in subappalto, il direttore dei lavori, con l'ausilio dei direttori operativi e degli ispettori di cantiere, ove nominati, svolge le seguenti funzioni:
  - verifica la presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici autorizzate, nonché dei subcontraenti, che non sono subappaltatori, i cui nominativi sono stati comunicati alla stazione appaltante;
  - controlla che i subappaltatori e i subcontraenti svolgano effettivamente la parte di prestazioni ad essi affidata nel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato.

### **Sub-contratto non subappalto**

1. E' sub-contratto qualificato come non subappalto l'affidamento a terzi di attività prodromiche, propedeutiche e necessarie affinché l'appaltatore possa dare esecuzione al contratto d'appalto, eseguendo le relative lavorazioni, quali forniture di materiali senza posa in opera, forniture con posa in opera e noli a caldo
2. Qualora un sub-contratto non subappalto abbia ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, è considerato subappalto se ricorrono entrambe le seguenti condizioni:
  - a. il sub-contratto è singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro
  - b. l'incidenza del costo della manodopera e del personale impiegato nel sub-contratto è superiore al 50 per cento dell'importo del sub-contratto.
3. Nel caso di sub-contratti non subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, l'appaltatore comunica al Committente, prima dell'inizio della prestazione:
  - a. il nome del sub-contraente,
  - b. l'importo del subcontratto,
  - c. l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati
  - d. nel solo caso in cui il sub-contraente sia una microimpresa o piccola impresa dichiarazione della stessa circa le modalità richieste di pagamento (da parte dell'appaltatore o da parte del Committente)
  - e. Iscrizione alle white list o avvenuta presentazione della domanda di iscrizione alle white list, qualora il subcontratto comprenda attività ad alto rischio di infiltrazione mafiosa, comprese fra quelle elencate dall'art. 1 c. 53 della L. 190/2012, come eventualmente aggiornate dal DM Ministro dell'Interno di cui all'art. 1 c. 54 della medesima L. 19/2012.
4. L'appaltatore comunica altresì al Committente tutte le eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto.
5. Ai subcontraenti si applica l'articolo 52, commi 4, 5 e 6, in materia di tessera di riconoscimento.

### **ART. 24 PENALI E PREMI DI ACCELERAZIONE**

1. Ai sensi dell'art. 126 c. 1 del D.lgs. 36/2023, i contratti di appalto prevedono penali per il ritardo nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali da parte dell'appaltatore commisurate ai giorni di ritardo e proporzionali rispetto all'importo del contratto o delle prestazioni contrattuali.

Le penali dovute per il ritardato adempimento sono calcolate in misura giornaliera compresa tra lo 0,3‰ e l'1‰ dell'ammontare netto contrattuale, da determinare in relazione all'entità



delle conseguenze legate al ritardo, e non possono comunque superare, complessivamente, il 10% di detto ammontare netto contrattuale.

In caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, **viene applicata una penale giornaliera di 1‰ dell'importo netto contrattuale.**

2. Tutte le penali sono contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e sono imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.
3. Se l'ultimazione dei lavori avviene in anticipo rispetto al termine fissato contrattualmente, la stazione appaltante può prevedere nel bando o nell'avviso di indizione della gara un premio di accelerazione per ogni giorno di anticipo, ai sensi dell'art. 126 c. 2 del D.lgs. 36/2023.

Il premio è determinato sulla base degli stessi criteri stabiliti per il calcolo della penale ed è corrisposto a seguito dell'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo, utilizzando, nei limiti delle risorse disponibili, le somme indicate nel quadro economico dell'intervento relative agli imprevisti.

La stazione appaltante può prevedere nei documenti di gara iniziali un premio di accelerazione anche nel caso in cui il termine contrattuale sia legittimamente prorogato e l'ultimazione dei lavori avvenga in anticipo rispetto al termine prorogato. Tale termine si computa dalla data originariamente prevista nel contratto.

#### ART. 25 SICUREZZA DEI LAVORI

1. L'appaltatore è tenuto ad osservare le disposizioni del piano di sicurezza e coordinamento eventualmente predisposto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP) e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 100 del D.lgs. n. 81/2008.
2. L'obbligo è esteso alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute e alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dallo stesso CSE. I nominativi dell'eventuale CSP e del CSE sono comunicati alle imprese esecutrici e indicati nel cartello di cantiere a cura della Stazione appaltante.
3. L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori e, anche in caso di consegna d'urgenza, dovrà presentare al CSE (ai sensi dell'art. 100 del D.lgs. 9 aprile 2008, N. 81) le eventuali proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al progetto.
4. L'Appaltatore dovrà redigere il Piano Operativo di Sicurezza (POS), in riferimento al singolo cantiere interessato, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sopra menzionato. Il POS deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato alla stazione appaltante, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.

5. Qualora non sia previsto Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), all'Appaltatore potrà essere richiesta la redazione di un Piano di Sicurezza Sostitutivo (PSS) del Piano di Sicurezza e Coordinamento conforme ai contenuti dell'Allegato XV del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.
6. Nei casi in cui è prevista la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, prima dell'inizio dei lavori, ovvero in corso d'opera, le imprese esecutrici possono presentare, per mezzo dell'impresa affidataria, al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di Sicurezza e di Coordinamento loro trasmesso al fine di adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore e per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.
7. Il piano di sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. È compito e onere dell'Appaltatore ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che gli concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui ritenga di affidare, anche in parte, lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.
8. Ai sensi dell'articolo 90 del D.lgs. n. 81/2008 nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea, viene designato il coordinatore per la progettazione (CSP) e, prima dell'affidamento dei lavori, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori (CSE), in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98 del d.lgs. n. 81/2008. La disposizione di cui al periodo precedente si applica anche nel caso in cui, dopo l'affidamento dei lavori a un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata a una o più imprese.
9. Anche nel caso di affidamento dei lavori ad un'unica impresa, si procederà alle seguenti verifiche prima della consegna dei lavori:
  - a. verifica dell'idoneità tecnico-professionale delle imprese affidatarie, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi in relazione alle funzioni o ai lavori da affidare, con le modalità di cui all'allegato XVII del D.lgs. n. 81/2008. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori non comportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito si considera soddisfatto mediante presentazione da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi del certificato di iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato e del documento unico di regolarità contributiva, corredato da autocertificazione in ordine al possesso degli altri requisiti previsti dall'allegato XVII;
  - b. dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori non

comportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito si considera soddisfatto mediante presentazione da parte delle imprese del documento unico di regolarità contributiva, fatta salva l'acquisizione d'ufficio da parte delle stazioni appaltanti pubbliche, e dell'autocertificazione relativa al contratto collettivo applicato;

- c. copia della notifica preliminare, se ricorre il caso di cui all'articolo 99 del D.lgs. n. 81/2008 e dichiarazione attestante l'avvenuta verifica della documentazione di cui alle lettere a) e b).

10. All'atto dell'inizio dei lavori, e possibilmente nel verbale di consegna, l'Appaltatore, e per suo tramite i subappaltatori, dovranno dichiarare esplicitamente di essere a conoscenza del regime di sicurezza del lavoro, ai sensi del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, in cui si colloca l'appalto e cioè:

- il nome del committente o per esso in forza delle competenze attribuitegli, la persona che lo rappresenta;
- il nome del Responsabile dei Lavori, eventualmente incaricato dal suddetto Committente (ai sensi dell'art. 89 D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81);
- che i lavori appaltati rientrano/non rientrano nelle soglie fissate dall'art. 90 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, per la nomina dei Coordinatori della Sicurezza;
- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione;
- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione;
- di aver preso visione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in quanto facente parte del progetto e di avervi adeguato le proprie offerte, tenendo conto che i relativi oneri, non soggetti a ribasso d'asta.

11. Nella fase di realizzazione dell'opera il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ove previsto ai sensi dell'art. 92 D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81:

- verificherà, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione da parte delle imprese appaltatrici (e subappaltatrici) e dei lavoratori autonomi delle disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100, d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 ove previsto;
- verificherà l'idoneità dei Piani Operativi di Sicurezza;
- adeguerà il piano di sicurezza e coordinamento ove previsto e il fascicolo, in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche;
- organizzerà, tra tutte le imprese presenti a vario titolo in cantiere, la cooperazione ed il coordinamento delle attività per la prevenzione e la protezione dai rischi;
- sovrintenderà all'attività informativa e formativa per i lavoratori, espletata dalle varie imprese;
- controllerà la corretta applicazione, da parte delle imprese, delle procedure di lavoro e, in caso contrario, attuerà le azioni correttive più efficaci;

- segnalerà al Committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta, le inadempienze da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi;
  - proporrà la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o la risoluzione del contratto.
12. Nel caso in cui la Stazione Appaltante o il responsabile dei lavori non adottino alcun provvedimento, senza fornire idonea motivazione, il CSE provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla ASL e alla Direzione Provinciale del Lavoro. In caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, egli potrà sospendere le singole lavorazioni, fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.
13. I piani di sicurezza dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Appaltatore intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare.
14. L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavori per la sicurezza il piano di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. Ai sensi dell'articolo 119, c. 12, del D.lgs. 36/2023, l'affidatario è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.
15. Le gravi o ripetute violazioni dei piani di sicurezza da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

#### ART. 26 OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

1. L'appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 del D. lgs 136/2010, a pena di nullità del contratto.
2. Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento per pagamenti a favore dell'appaltatore, o di tutti i soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, avvengono mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità. Tali pagamenti avvengono utilizzando i conti correnti dedicati.
3. Le prescrizioni suindicate sono riportate anche nei contratti sottoscritti con subappaltatori e/o subcontraenti a qualsiasi titolo interessati all'intervento.
4. L'appaltatore si impegna, inoltre, a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo

del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

ART. 27 ANTICIPAZIONE – MODALITÀ E TERMINI DI PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO

1. **Ai sensi dell'art. 125 del D.lgs. 36/2023, sul valore del contratto d'appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al 20% da corrispondere all'appaltatore entro 15 giorni dall'effettivo inizio della prestazione.**
2. L'erogazione dell'anticipazione, consentita anche nel caso di consegna in via d'urgenza, ai sensi dell'art. 17, c. 8 e 9 del D.lgs. 36/2023 è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi dell'art. 106 c. 3 del D.lgs. 36/2023, o assicurative, autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondono ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'art. 106 del D.lgs. 385/1993 che svolgono esclusivamente attività di rilascio garanzie e sono sottoposti a revisione contabile.
3. La garanzia fideiussoria è emessa e firmata digitalmente ed è verificabile telematicamente presso l'emittente, ovvero gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1, del D.L. 135/2018, convertito, con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'Agid con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del D.lgs. 36/2023.
4. L'importo della garanzia è gradualmente e automaticamente ridotto nel corso della prestazione, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della stazione appaltante. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.
5. L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, raggiunga la cifra di **Euro 300.000,00**. Nell'emissione della contabilità finale si dovrà tener conto che la rata di saldo non dovrà essere inferiore al 10 % dell'importo del contratto.
6. Nei contratti di lavori i pagamenti relativi agli acconti del corrispettivo sono effettuati nel termine di 30 giorni decorrenti dall'accettazione della relativa fattura emessa a seguito dell'adozione di ogni SAL, salvo che sia espressamente concordato nel contratto un diverso termine, comunque non superiore a 60 giorni e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.

7. Il SAL, ricavato dal registro di contabilità, è rilasciato nelle modalità e nei termini indicati nel contratto. A tal fine, il direttore dei lavori accerta senza indugio il raggiungimento delle condizioni contrattuali. In mancanza, lo comunica all'esecutore dei lavori. Contestualmente all'esito positivo dell'accertamento, oppure contestualmente al ricevimento della comunicazione dell'esecutore, il direttore dei lavori adotta il SAL e lo trasmette al RUP.
8. In caso di difformità tra le valutazioni del direttore dei lavori e quelle dell'esecutore in merito al raggiungimento delle condizioni contrattuali per l'adozione del SAL, il direttore dei lavori, a seguito di tempestivo contraddittorio con l'esecutore, archivia la comunicazione oppure adotta il SAL e lo trasmette immediatamente al RUP.
9. I certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo sono emessi dal RUP contestualmente all'adozione di ogni SAL e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni. Il RUP, previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore e dei subappaltatori, invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante, la quale procede al pagamento. L'esecutore emette fattura al momento dell'adozione del certificato di pagamento.
10. Il RUP rilascia il certificato di pagamento relativo alla rata di saldo all'esito positivo del collaudo dei lavori e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni dall'emissione dei relativi certificati. Il pagamento è effettuato nel termine di 30 giorni decorrenti dall'esito positivo del collaudo, salvo non sia concordato un diverso termine nel contratto (non superiore a 60 giorni) e purchè ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.
11. Il certificato di pagamento non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666 c. 2 del Codice Civile.
12. Ai sensi dell'art. 117 comma 9 del D.lgs 36/2023, il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria emessa nei termini e alle condizioni che seguono:
  - a. un importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni dal certificato di collaudo
  - b. efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo con estinzione due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio;
  - c. prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.4, d.m. 16 settembre 2022, n. 193, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.
13. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del Codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal Committente entro 24 (ventiquattro) mesi dall'ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.
14. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

15. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 27, commi 7 e 8.
16. Le piattaforme digitali di cui all'art. 25 del D.lgs. 36/2023, assicurano la riconducibilità delle fatture elettroniche agli acconti corrispondenti ai SAL e a tutti i pagamenti dei singoli contratti, garantendo l'interoperabilità con i sistemi centrali di contabilità pubblica. Le predette piattaforme sono integrate con la piattaforma tecnologica per l'interconnessione e l'interoperabilità tra le pubbliche amministrazioni e i prestatori di servizi di pagamento abilitati, prevista dall'art. 5 del D.lgs. 36/2023 dell'amministrazione digitale, di cui al d.lgs. 82/2005.
17. Ai sensi dell'art. 11 c. 6 del D.lgs. 36/2023, in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.
18. In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50%; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.
19. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, il RUP invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi 15 giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

#### ART. 28 CONTO FINALE – AVVISO AI CREDITORI

1. Si stabilisce che il conto finale viene compilato entro 30 giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.
2. Il conto finale dei lavori è compilato dal Direttore dei Lavori a seguito della certificazione dell'ultimazione degli stessi e trasmesso al RUP unitamente ad una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando tutta la relativa documentazione.
3. Il conto finale dei lavori è sottoscritto dall'esecutore. All'atto della firma, l'esecutore non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e deve confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili. Se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, non superiore a 30 giorni, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende definitivamente accettato.

4. Firmato dall'esecutore il conto finale, o scaduto il termine sopra assegnato, il RUP, entro i successivi 60 giorni, redige una propria relazione finale riservata nella quale esprime parere motivato sulla fondatezza delle domande dell'esecutore per le quali non siano intervenuti la transazione o l'accordo bonario.
5. All'atto della redazione del certificato di ultimazione dei lavori il RUP dà avviso al sindaco o ai sindaci del comune nel cui territorio si eseguiranno i lavori, i quali curano la pubblicazione di un avviso contenente l'invito per coloro i quali vantino crediti verso l'esecutore per indebite occupazioni di aree o stabili e danni arrecati nell'esecuzione dei lavori, a presentare entro un termine non superiore a 60 giorni le ragioni dei loro crediti e la relativa documentazione. Trascorso questo termine il sindaco trasmette al RUP i risultati dell'anzidetto avviso con le prove delle avvenute pubblicazioni ed i reclami eventualmente presentati. Il RUP invita l'esecutore a soddisfare i crediti da lui riconosciuti e quindi rimette al collaudatore i documenti ricevuti dal sindaco o dai sindaci interessati, aggiungendo il suo parere in merito a ciascun titolo di credito ed eventualmente le prove delle avvenute tacitazioni.
6. Al conto finale il direttore dei lavori allega la seguente documentazione:
  - il verbale o i verbali di consegna dei lavori;
  - gli atti di consegna e riconsegna di mezzi d'opera, aree o cave di prestito concessi in uso all'esecutore;
  - le eventuali perizie di variante, con gli estremi della intervenuta approvazione;
  - gli eventuali nuovi prezzi e i relativi verbali di concordamento, atti di sottomissione e atti aggiuntivi, con gli estremi di approvazione e di registrazione;
  - gli ordini di servizio impartiti;
  - la sintesi dell'andamento e dello sviluppo dei lavori con l'indicazione delle eventuali riserve e la menzione delle eventuali transazioni e accordi bonari intervenuti, nonché una relazione riservata relativa alle riserve dell'esecutore non ancora definite;
  - i verbali di sospensione e ripresa dei lavori, il certificato di ultimazione dei lavori con l'indicazione dei ritardi e delle relative cause;
  - gli eventuali sinistri o danni a persone, animali o cose con indicazione delle presumibili cause e delle relative conseguenze;
  - i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
  - le richieste di proroga e le relative determinazioni del RUP, ai sensi dell'articolo 121, comma 8, del D.lgs. 36/2023;
  - gli atti contabili, ossia i libretti delle misure e il registro di contabilità;
  - tutto ciò che può interessare la storia cronologica dell'esecuzione, aggiungendo tutte le notizie tecniche ed economiche che possono agevolare il collaudo.



## ART. 29 ULTIMAZIONE LAVORI

1. Il direttore dei lavori, a seguito della comunicazione dell'esecutore di avvenuta ultimazione dei lavori, procede alla constatazione sullo stato di consistenza delle opere in contraddittorio con l'esecutore, emette il certificato di ultimazione dei lavori e lo invia al RUP, il quale ne rilascia copia conforme all'esecutore. Tale certificato costituisce titolo sia per l'applicazione delle penali previste nel contratto per il caso di ritardata esecuzione, sia per l'assegnazione di un termine perentorio per l'esecuzione di lavori di piccola entità non incidenti sull'uso e la funzionalità delle opere.

Non oltre 6 mesi dall'ultimazione dei lavori il collaudo viene completato, secondo le disposizioni riportate all'art. 116 e alla sezione III dell'allegato II.14 del Dlgs. 36/2023 e secondo quanto previsto dall'art. 133 e dall'allegato II.18 del Dlgs. 36/2023.

2. Il collaudo rappresenta l'attività di verifica finale dei lavori ed è finalizzato a certificare il rispetto delle caratteristiche tecniche, economiche e qualitative dei lavori e delle prestazioni, nonché degli obiettivi e dei tempi, in conformità delle previsioni e pattuizioni contrattuali, e comprende tutte le verifiche tecniche previste dalle normative di settore.

Nel dettaglio, il collaudo ha l'obiettivo di verificare che:

- l'opera o il lavoro siano stati eseguiti a regola d'arte, secondo:
  - il progetto approvato e le relative prescrizioni tecniche;
  - le eventuali perizie di variante;
  - il contratto e gli eventuali atti di sottomissione o aggiuntivi debitamente approvati;
- i dati risultanti dalla contabilità finale e dai documenti giustificativi corrispondano fra loro e con le risultanze di fatto, non solo per dimensioni, forma e quantità, ma anche per qualità dei materiali, dei componenti e delle provviste;
- le procedure espropriative poste a carico dell'esecutore siano state espletate tempestivamente e diligentemente.

In tale sede vengono esaminate anche le riserve dell'esecutore, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva in via amministrativa, se iscritte nel registro di contabilità e nel conto finale nei termini e nei modi stabiliti dall'allegato II.14 del Dlgs. 36/2023.

3. Le operazioni di collaudo terminano con l'emissione del certificato di collaudo attestante la collaudabilità dell'opera che, in alcuni casi, può essere sostituito dal certificato di regolare esecuzione rilasciato dal direttore dei lavori.
4. Non si procederà alla redazione del conto finale, al collaudo o alla rata di saldo e non verranno riconosciuti interessi su tardati pagamento in caso di mancata consegna dei seguenti elaborati e/o documenti:
  - Certificazioni, dichiarazioni di conformità, dichiarazioni di corretta posa di tutti i materiali e le lavorazioni realizzate;

- Certificazioni attestanti l'avvenuta attuazione degli adempimenti previsti ai sensi del Decreto 23 giugno 2022 riguardante i Criteri ambientali minimi (CAM);
- As built delle opere e degli impianti realizzati;
- Collaudi e DICO di impianti e prodotti ai fini antincendio;
- Quanto altro richiesto dalla Direzione dei Lavori nel corso dell'esecuzione delle opere.

#### ART. 30 COLLAUDO TECNICO-AMMINISTRATIVO

1. In primo luogo, il RUP trasmette all'organo di collaudo, in formato cartaceo o digitale:
  - copia conforme del contratto d'appalto e dei documenti allegati, nonché il provvedimento di approvazione del progetto;
  - eventuali perizie di variante e suppletive, con le relative approvazioni intervenute e copia dei relativi atti di sottomissione o aggiuntivi;
  - copia del programma di esecuzione dei lavori redatto dall'esecutore e relativi eventuali aggiornamenti approvati dal direttore dei lavori;
  - verbale di consegna dei lavori;
  - disposizioni del RUP e ordini di servizio e rapporti periodici emessi dal direttore dei lavori;
  - eventuali verbali di sospensione e ripresa lavori;
  - certificato di ultimazione lavori;
  - originali di tutti i documenti contabili o giustificativi prescritti dall'allegato II.14 del codice;
  - verbali di prova sui materiali, nonché le relative certificazioni di qualità;
  - conto finale dei lavori;
  - relazione del direttore dei lavori in accompagnamento al conto finale, relativa documentazione allegata nonché l'esito dell'avviso ai creditori di cui all'articolo Conto finale - Avviso ai creditori;
  - relazione del RUP sul conto finale;
  - relazioni riservate sia del direttore dei lavori, che del RUP sulle eventuali riserve avanzate dall'esecutore dei lavori non definite in corso d'opera;
  - certificati di cui all'art. 18 c. 22 dell'allegato II.12 del Dlgs. 36/2023, limitatamente ai lavori relativi alla categoria OS 12-A;
  - capitolato informativo, piano di gestione informativa, relazione specialistica sulla modellazione informativa che attesti il rispetto e l'adempimento di quanto prescritto nel capitolato informativo e nel piano di gestione informativa, modelli informativi aggiornati durante l'esecuzione dell'opera e corrispondenti a quanto realizzato - nel caso in cui si utilizzano i metodi e gli strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui

all'art. 43 e all'allegato I.9 del Dlgs. 36/2023;

2. L'organo di collaudo, dopo aver esaminato e verificato la completezza dei documenti acquisiti, comunica al RUP e al direttore dei lavori il giorno della visita di collaudo.

Il direttore dei lavori mette al corrente l'esecutore, il personale incaricato della sorveglianza e della contabilità dei lavori e, ove necessario, gli eventuali incaricati dell'assistenza giornaliera dei lavori, affinché intervengano alla visita di collaudo.

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di presenziare alla visita di collaudo; mentre, se l'esecutore non si presenta, la visita di collaudo viene eseguita alla presenza di due testimoni estranei alla stazione appaltante e la relativa spesa è posta a carico dell'esecutore.

In ogni caso l'esecutore mette a disposizione dell'organo di collaudo, a propria cura e spese, gli operai e i mezzi d'opera necessari a eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, compreso quanto necessario al collaudo statico.

Durante la visita di collaudo viene redatto apposito processo verbale, firmato dalle figure che hanno preso parte alla visita, in cui sono descritti:

- i rilievi fatti dall'organo di collaudo;
  - le singole operazioni e le verifiche compiute;
  - il numero e la profondità dei saggi effettuati e i risultati ottenuti - i punti di esecuzione dei saggi sono riportati sui disegni di progetto o chiaramente individuati a verbale.
  - Il processo verbale riporta le seguenti indicazioni:
    - una sintetica descrizione dell'opera e della sua ubicazione;
    - i principali estremi dell'appalto;
    - gli estremi del provvedimento di nomina dell'organo di collaudo;
    - il giorno della visita di collaudo;
    - le generalità degli intervenuti alla visita e di coloro che, sebbene invitati, non sono intervenuti.
3. Il collaudatore confronta i dati di fatto risultanti dal processo verbale di visita con i dati di progetto, delle varianti approvate e dei documenti contabili, e formula le proprie considerazioni sull'esecuzione dei lavori in rapporto alle prescrizioni contrattuali e alle disposizioni impartite dal direttore dei lavori. Al riguardo, tenendo conto anche dei pareri del RUP, valuta:
    - se il lavoro è collaudabile;
    - a quali condizioni e restrizioni si può collaudare;
    - i provvedimenti da prendere se non è collaudabile;
    - le modificazioni da introdursi nel conto finale;
    - il credito o l'eventuale debito maturato dall'esecutore.

Esprime, inoltre, le proprie considerazioni sulle modalità di conduzione dei lavori da parte dell'esecutore e del subappaltatore e redige apposita relazione riservata in cui espone il

proprio parere sulle riserve e domande dell'esecutore e sulle eventuali penali per le quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva.

4. In caso di discordanza fra la contabilità e lo stato di fatto, l'organo di controllo accerta le cause e apporta le opportune rettifiche al conto finale.

Se le discordanze sono di notevole entità, l'organo di collaudo sospende le operazioni e ne riferisce al RUP presentandogli le sue proposte; il RUP trasmette alla stazione appaltante la relazione e le proposte dell'organo di collaudo.

5. Nel caso in cui l'organo di collaudo individui lavorazioni meritevoli di collaudo, ma non preventivamente autorizzate; le ammette in contabilità solo se le ritiene indispensabili per l'esecuzione dell'opera e se l'importo totale dell'opera, compresi i lavori non autorizzati, non eccede i limiti delle spese approvate, e trasmette le proprie valutazioni alla stazione appaltante, che autorizza l'iscrizione delle lavorazioni ritenute indispensabili.

Al termine delle verifiche, l'organo di collaudo emette il certificato di collaudo non oltre 6 mesi dall'ultimazione dei lavori.

6. Il certificato di collaudo non viene emesso se l'organo di collaudo rileva difetti o mancanze di entità tale da rendere il lavoro assolutamente inaccettabile; in tal caso i lavori non sono collaudabili, l'organo di collaudo informa la stazione appaltante trasmettendo, tramite il RUP, processo verbale, nonché una relazione con le proposte dei provvedimenti.

#### ART. 31 CERTIFICATO DI COLLAUDO

1. Il certificato di collaudo contiene almeno le seguenti parti:

- a. **INTESTAZIONE PRELIMINARE**, nella quale sono riportati:

- il committente e la stazione appaltante;
- l'individuazione dell'opera attraverso la descrizione dell'oggetto e della tipologia dell'intervento;
- la località e la provincia interessate;
- la data e l'importo del progetto, delle eventuali successive varianti e delle relative approvazioni;
- le prestazioni, gli obiettivi e le caratteristiche tecniche, economiche e qualitative previste nel progetto;
- gli estremi del contratto e degli eventuali atti di sottomissione e atti aggiuntivi, nonché quelli dei rispettivi provvedimenti approvativi;
- l'indicazione dell'esecutore;
- il nominativo del RUP;
- il nominativo del direttore dei lavori e degli eventuali altri componenti l'ufficio di direzione lavori;

- il nominativo del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione;
- l'importo contrattuale;
- i nominativi dei componenti l'organo di collaudo e gli estremi del provvedimento di nomina;

b. **RELAZIONE GENERALE**, nella quale sono riportati in modo dettagliato:

- descrizione generale delle caratteristiche dell'area di intervento;
- descrizione dettagliata dei lavori eseguiti;
- quadro economico progettuale;
- estremi del provvedimento di aggiudicazione dei lavori;
- estremi del contratto;
- consegna e durata dei lavori;
- penale prevista per ritardata esecuzione;
- quadro economico riformulato dopo l'aggiudicazione dei lavori;
- perizie di variante;
- spesa autorizzata;
- lavori complementari;
- sospensioni e riprese dei lavori;
- proroghe;
- scadenza definitiva del tempo utile;
- ultimazione dei lavori;
- verbali nuovi prezzi;
- subappalti;
- penali applicate e relative motivazioni;
- prestazioni in economia;
- riserve dell'esecutore;
- danni causati da forza maggiore;
- infortuni in corso d'opera;
- avviso ai creditori;
- stati di avanzamento lavori emessi;
- certificati di pagamento;
- andamento dei lavori;
- data e importi riportati nel conto finale;
- posizione dell'esecutore e dei subappaltatori nei riguardi degli adempimenti assicurativi e previdenziali;
- quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del

D.lgs. 36/2023, il controllo della modellazione informativa e l'attestazione del recepimento degli adempimenti del capitolato informativo e del piano di gestione informativa;

- c. **VISITA DI COLLAUDO - CONTROLLI**, contenente:
  - verbale della visita di collaudo, ovvero, se questo costituisce un documento a parte allegato al certificato, un accurato riepilogo di quanto riscontrato;
  - richiamo a tutti gli eventuali controlli effettuati e all'esito della stessa;
- d. **CERTIFICATO DI COLLAUDO**, nel quale:
  - si prende atto dello svolgimento dei lavori come descritto alle lettere b) e c);
  - si dichiarano collaudabili i lavori eseguiti, se sussistono le relative condizioni, ovvero non collaudabili, laddove sussistano criticità tali da non consentire la piena funzionalità dell'opera per come progettata e non sia possibile porvi rimedio con idonei interventi;
  - si certifica l'esecuzione dei lavori, con le eventuali prescrizioni, salvo parere di non collaudabilità;
  - si liquida l'importo dovuto all'esecutore se in credito, ovvero, se in debito, si determina la somma da porsi a carico dell'esecutore e da riconoscere alla stazione appaltante per le spese dipendenti dalla esecuzione d'ufficio in danno o per altro titolo ivi comprese le somme da rimborsare alla stessa stazione appaltante per le spese sostenute per i propri addetti, qualora i lavori siano stati ultimati oltre il termine convenuto;
  - si certifica che in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative le opere realizzate rispettano le previsioni previste nel progetto e le pattuizioni contrattuali.
2. Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo dopo 2 anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato.
3. Fanno eccezione i seguenti casi:
  - durante la visita di collaudo si rilevano difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori che non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale - l'organo di collaudo determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'esecutore.
  - Durante la visita di collaudo si rilevano difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori di scarsa entità e riparabili in breve tempo - l'organo di collaudo prescrive le specifiche lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un congruo termine per la

loro realizzazione. Il certificato di collaudo non viene rilasciato finché da apposita dichiarazione del direttore dei lavori, confermata dal RUP, risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le opportune lavorazioni, ferma restando la facoltà dell'organo di collaudo di procedere direttamente alla relativa verifica.

- Nel corso del biennio successivo all'emissione del certificato di collaudo, emergono vizi o difetti dell'opera - il RUP denuncia il vizio o il difetto e, sentiti il direttore dei lavori e l'organo di collaudo, accerta, in contraddittorio con l'esecutore, se sono causati da carenze nella realizzazione dell'opera. In tal caso propone alla stazione appaltante di fare eseguire dall'esecutore, o in suo danno, i necessari interventi. Durante il suddetto biennio l'esecutore è tenuto alla garanzia per le difformità e i vizi dell'opera, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo.
4. Dopo aver emesso il certificato di collaudo provvisorio, l'organo di collaudo, per tramite del RUP, lo trasmette all'esecutore per la sua accettazione, il quale deve a sua volta sottoscriverlo entro 20 giorni. All'atto della firma l'esecutore può formulare e giustificare le proprie conclusioni rispetto alle operazioni di collaudo; contrariamente, se non sottoscrive il certificato di collaudo nel termine indicato, o lo sottoscrive senza formulare osservazioni o richieste, il certificato si intende definitivamente accettato.

#### ART. 32 CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

1. Il certificato di collaudo tecnico-amministrativo può essere sostituito dal certificato di regolare esecuzione se:
  - la stazione appaltante si avvale di tale facoltà per lavori di importo  $\leq 1$  milione di euro;
  - per lavori di importo  $> 1$  milione di euro e  $<$  alla soglia di rilevanza europea di euro 5.382.000, di cui all'art. 14 c. 1 lett. a) del D.lgs. 36/2023, purché non si tratti di una delle seguenti tipologie di opere o interventi:
    - opere di nuova realizzazione o esistenti, classificabili in classe d'uso III e IV ai sensi delle vigenti norme tecniche per le costruzioni, a eccezione dei lavori di manutenzione;
    - opere e lavori di natura prevalentemente strutturale quando questi si discostino dalle usuali tipologie o per la loro particolare complessità strutturale richiedano più articolate calcolazioni e verifiche;
    - lavori di miglioramento o adeguamento sismico;
    - opere di cui al Libro IV, Parte II, Titolo IV, Parte III, Parte IV e Parte VI del codice;
    - opere e lavori nei quali il RUP svolge anche le funzioni di progettista o direttore dei lavori.
2. Il certificato di regolare esecuzione è emesso dal direttore dei lavori entro 3 mesi dalla data di ultimazione dei lavori e contiene almeno i seguenti elementi:
  - estremi del contratto e degli eventuali atti aggiuntivi;

- indicazione dell'esecutore;
  - nominativo del direttore dei lavori;
  - tempo prescritto per l'esecuzione delle prestazioni e date delle attività di effettiva esecuzione delle prestazioni;
  - importo totale, ovvero importo a saldo da pagare all'esecutore;
    - certificazione di regolare esecuzione.
3. A seguito dell'emissione, viene immediatamente trasmesso al RUP che ne prende atto e ne conferma la completezza.

#### ART. 33 ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

1. Sono a carico dell'appaltatore, gli oneri e gli obblighi di cui al d.m. 145/2000 Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto, alla vigente normativa e al presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, agli obblighi in materia ambientale, sociale e del lavoro stabiliti dalla normativa europea e nazionale, dai contratti collettivi o dalle disposizioni internazionali elencate nell'allegato X alla direttiva 2014/24/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014; in particolare anche gli oneri di seguito elencati:
- la nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'albo professionale degli architetti e dovrà fornire alla Direzione dei Lavori apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico del Direttore tecnico di cantiere;
  - i movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni ed avanzati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite;
  - la recinzione del cantiere con solido steccato in materiale idoneo, secondo le prescrizioni del Piano di Sicurezza ovvero della Direzione dei Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaimento ove possibile e la sistemazione dei suoi percorsi in modo da renderne sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone;
  - la sorveglianza sia di giorno che di notte del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutti i beni di proprietà della stazione appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per la custodia di cantieri allestiti per la realizzazione di opere pubbliche, l'appaltatore dovrà servirsi di personale addetto con la qualifica di guardia giurata;
  - la costruzione, entro la recinzione del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali ad uso ufficio del personale, della Direzione ed assistenza, sufficientemente arredati, illuminati e riscaldati, compresa la relativa manutenzione. Tali locali dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici con relativi impianti di scarico



funzionanti;

- la fornitura e manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei Lavori o dal Coordinatore in fase di esecuzione, allo scopo di migliorare la sicurezza del cantiere;
- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scolli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latitanti le opere da eseguire;
- la fornitura di acqua potabile per il cantiere;
- l'osservanza delle norme, leggi e decreti vigenti, relative alle varie assicurazioni degli operai per previdenza, prevenzione infortuni e assistenza sanitaria che potranno intervenire in corso di appalto;
- la comunicazione all'Ufficio da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della manodopera;
- l'osservanza delle norme contenute nelle vigenti disposizioni sulla polizia mineraria di cui al d.P.R. 128/59 e s.m.i.;
- le spese per la realizzazione di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero indicato dalla Direzione dei Lavori;
- l'assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti;
- il pagamento delle tasse e di altri oneri per concessioni comunali (titoli abilitativi per la costruzione, l'occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente i materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per gli allacciamenti e gli scarichi;
- la pulizia quotidiana dei locali in costruzione e delle vie di transito del cantiere, col personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- il libero accesso ed il transito nel cantiere e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette ed a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori per conto diretto della stazione appaltante;
- l'uso gratuito parziale o totale, a richiesta della Direzione dei Lavori, da parte di dette imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori;
- il ricevimento, lo scarico ed il trasporto in cantiere e nei luoghi di deposito o a piè d'opera, a sua cura e spese, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori nonché alla buona

conservazione ed alla perfetta custodia, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto della stazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati a tali materiali e manufatti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;

- la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori di cui all'art. 119 c. 11 del D.lgs. 36/2023;
- l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. e di tutte le norme in vigore in materia di sicurezza;
- il consenso all'uso anticipato delle opere qualora venisse richiesto dalla Direzione dei Lavori, senza che l'appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Egli potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potrebbero derivarne dall'uso;
- la fornitura e posa in opera nel cantiere, a sua cura e spese, delle apposite tabelle indicative dei lavori, anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 119 c. 13 del D.lgs. 36/2023;
- la trasmissione alla stazione appaltante, a sua cura e spese, degli eventuali contratti di subappalto che dovesse stipulare, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, ai sensi dell'art. 119 c. 5 del D.lgs. 36/2023. La disposizione si applica anche ai noli a caldo ed ai contratti similari;
- la disciplina e il buon ordine dei cantieri. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplinazione, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la

frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

2. Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso di cui all'articolo **"Ammontare dell'Appalto"** del presente Capitolato. Detto eventuale compenso è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerta ribasso contrattuale.
3. L'appaltatore si obbliga a garantire il trattamento dei dati acquisiti in merito alle opere appaltate, in conformità a quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 "REGOLAMENTO GENERALE SULLA PROTEZIONE DEI DATI" e dal d.lgs. 30 giugno 2003, n. 196 "Codice in materia di protezione dei dati personali" e s.m.i.
4. Ai sensi dell'art. 57, comma 1 del D. Lgs 36/2023, l'appaltatore, al momento della presentazione dell'offerta, deve, a pena di esclusione, assumersi l'obbligo di assicurare, in caso di aggiudicazione del contratto, una quota pari almeno al 30 per cento, delle assunzioni necessarie per l'esecuzione del contratto o per la realizzazione di attività ad esso connesse o strumentali, all'occupazione giovanile ed una quota pari almeno al 15 per cento all'occupazione femminile.  
In caso di subappalto il subappaltatore è altresì tenuto espressamente a vincolarsi al rispetto di quanto sopra riportato.

#### ART. 34 CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA

1. L'Appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
  - a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
  - b) i suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non è aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'Impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
  - c) è responsabile in rapporto alla Stazione Appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante;
  - d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. In caso di ritardo immotivato nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'Appaltatore o dei subappaltatori, la Stazione Appaltante può pagare

direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, utilizzando le somme trattenute sui pagamenti delle rate di acconto e di saldo ai sensi degli articoli 27 e 28, comma 8, del presente Capitolato Speciale.

3. In ogni momento il Direttore dei Lavori e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all'Appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all'articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'Appaltatore o del sub Appaltatore autorizzato.
4. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 2008, nonché dell'articolo 5, comma 1, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, l'Appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'Appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati; la tessera dei predetti lavoratori deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tutti i lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento.
5. Agli stessi obblighi devono ottemperare anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'Appaltatore o degli eventuali subappaltatori (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni, collaboratori familiari e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio e, in tali casi, la tessera di riconoscimento deve riportare i dati identificativi del committente ai sensi dell'articolo 5, comma 1, secondo periodo, della legge n. 136 del 2010.
6. La violazione degli obblighi di cui ai commi 4 e 5 comporta l'applicazione, in Capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 3 che non provvede ad esporla è punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a euro 300. Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all'articolo 13 del decreto legislativo 23 aprile 2004, n. 124.

#### ART. 35 CARTELLI ALL'ESTERNO DEL CANTIERE

1. L'appaltatore ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la Circolare Min. LL.PP. 1 giugno 1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a m. 1,00 (larghezza) per m. 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati la stazione appaltante, l'oggetto dei lavori, i nominativi dell'Impresa, del Progettista, della Direzione dei Lavori; in detti cartelli, ai sensi dall'art. 119 c. 13 del D.lgs. 36/2023, sono indicati, altresì, i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici nonché tutti i dati richiesti dalle vigenti normative nazionali e locali.

#### ART. 36 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE

1. In attuazione dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto d.m. 145/2000, i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della stazione appaltante. L'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel sito di stoccaggio indicato dalla stazione appaltante intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative. Qualora detti materiali siano ceduti all'appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi di contratto.

#### ART. 37 RINVENIMENTI

1. Nel caso la verifica preventiva di interesse archeologico, di cui all'allegato I.8 del D.lgs. 36/2023, risultasse negativa, al successivo eventuale rinvenimento di tutti gli oggetti di pregio intrinseco ed archeologico esistenti nelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, si applica l'art. 35 del Capitolato generale d'appalto (d.m. 145/2000); essi spettano di pieno diritto alla stazione appaltante, salvo quanto su di essi possa competere allo Stato. L'appaltatore dovrà dare immediato avviso del loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici della Direzione dei Lavori, ovvero nel sito da questi indicato, che redige regolare verbale in proposito da trasmettere alle competenti autorità.
2. L'appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che sono state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.
3. L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante.
4. Per quanto detto, però, non saranno pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori della scoperta.

#### ART. 38 BREVETTI DI INVENZIONE

1. I requisiti tecnici e funzionali dei lavori da eseguire possono riferirsi anche allo specifico processo di produzione o di esecuzione dei lavori, a condizione che siano collegati all'oggetto del contratto e commisurati al valore e agli obiettivi dello stesso. A meno che non siano giustificati dall'oggetto del contratto, i requisiti tecnici e funzionali non fanno riferimento a una fabbricazione o provenienza determinata o a un procedimento particolare dei prodotti o dei servizi forniti da un determinato operatore economico, né a marchi, brevetti, tipi o a una produzione specifica che avrebbero come effetto quello di favorire o eliminare talune imprese o taluni prodotti. Tale riferimento è autorizzato, in via eccezionale, nel caso in cui una descrizione sufficientemente precisa e intelligibile dell'oggetto del contratto non è possibile: un siffatto riferimento sarà accompagnato dall'espressione «o equivalente».

2. Nel caso la stazione appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, ovvero l'appaltatore vi ricorra di propria iniziativa con il consenso della Direzione dei Lavori, l'appaltatore deve dimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto a tutti i relativi obblighi di legge.

ART. 39 GESTIONE DELLE CONTESTAZIONI E RISERVE AI SENSI DELL'ART 115 E DELL'ALLEGATO II.14 DEL D. LGS. N. 36/2023

1. L'esecutore, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.
2. Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole, nonché della sottoscrizione del certificato di collaudo mediante precisa esplicitazione delle contestazioni circa le relative operazioni. Il registro di contabilità è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni SAL.
3. Le riserve sono formulate in modo specifico ed indicano con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve contengono a pena di inammissibilità:
  - la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute;
  - l'indicazione degli ordini di servizi, emanati dal direttore dei lavori, che abbiano inciso sulle modalità di esecuzione dell'appalto;
  - le contestazioni relative all'esattezza tecnica delle modalità costruttive previste dal capitolato speciale d'appalto o dal progetto esecutivo;
  - le contestazioni relative alla difformità rispetto al contratto delle disposizioni e delle istruzioni relative agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto;
  - le contestazioni relative alle disposizioni e istruzioni del direttore dei lavori che potrebbero comportare la responsabilità dell'appaltatore o che potrebbero determinare vizi o difformità esecutive dell'appalto.
4. L'esecutore, all'atto della firma del conto finale, da apporre entro il termine di 30 giorni dall'invito del RUP a prenderne cognizione, non può iscrivere domande diverse per oggetto o per importo da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e ha l'onere, a pena di decadenza, di confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non siano intervenute procedure di carattere conciliativo. Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine di 30 giorni (art. 7, c. 4, allegato II.14, del D.lgs. 36/2023) o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende come definitivamente accettato.
5. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono rinunciate.

Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di 15 giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.

#### 6. Accordo bonario

Qualora in seguito all'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15% dell'importo contrattuale si può procedere ad un accordo bonario.

Il procedimento dell'accordo bonario può essere reiterato quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungono nuovamente l'importo di cui al periodo precedente, nell'ambito comunque di un limite massimo complessivo del 15% dell'importo del contratto.

Le domande che fanno valere pretese già oggetto di riserva non sono proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse. Non sono oggetto di riserva gli aspetti progettuali che siano stati oggetto di verifica ai sensi dell'art. 42, del D.lgs. 36/2023. Prima dell'approvazione del certificato di collaudo ovvero del certificato di regolare esecuzione, qualunque sia l'importo delle riserve, il RUP attiva l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve e valuta l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite di valore 15% del contratto.

Il direttore dei lavori dà immediata comunicazione al RUP delle riserve, trasmettendo nel più breve tempo possibile una propria relazione riservata.

Il RUP valuta l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite dell'importo sopra riportato.

Entro 15 giorni dalla data di comunicazione il RUP può richiedere alla Camera arbitrale l'indicazione di una lista di 5 esperti aventi competenza specifica in relazione all'oggetto del contratto dopo aver acquisito la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo. Il RUP e il soggetto che ha formulato le riserve scelgono d'intesa l'esperto incaricato della formulazione della proposta motivata di accordo bonario, scegliendolo nell'ambito della lista. In caso di mancata intesa tra il RUP e il soggetto che ha formulato le riserve, entro 15 giorni dalla trasmissione della lista l'esperto è nominato dalla Camera arbitrale che ne fissa anche il compenso, prendendo come riferimento i limiti stabiliti dall'allegato V.1 - Compensi degli arbitri - del D.lgs. 36/2023. La proposta è formulata dall'esperto entro 90 giorni dalla nomina. Qualora il RUP non richieda la nomina dell'esperto, la proposta è formulata da quest'ultimo entro 90 giorni dalla data di comunicazione.

L'esperto, qualora nominato, ovvero il RUP:

- verifica le riserve in contraddittorio con il soggetto che le ha formulate;
- effettua eventuali ulteriori audizioni;
- istruisce la questione con la raccolta di dati e informazioni e con l'acquisizione di eventuali altri pareri;
- formula, verificata la disponibilità di idonee risorse economiche, una proposta di accordo

bonario, che è trasmessa al dirigente competente della stazione appaltante e al soggetto che ha formulato le riserve.

Se la proposta è accettata dalle parti, entro 45 giorni dal suo ricevimento, l'accordo bonario è concluso e viene redatto verbale sottoscritto dalle parti. L'accordo ha natura di transazione. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a partire dal 60esimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di rifiuto della proposta da parte del soggetto che ha formulato le riserve ovvero di inutile decorso del termine possono essere aditi gli arbitri o il giudice ordinario.

#### 7. Collegio consultivo tecnico

Per prevenire le controversie o consentire la rapida risoluzione delle stesse o delle dispute tecniche di ogni natura che possano insorgere nell'esecuzione dei contratti, ciascuna parte può chiedere la costituzione di un collegio consultivo tecnico.

Per i lavori diretti alla realizzazione delle opere pubbliche di importo pari o superiore alle soglie di rilevanza europea e di forniture e servizi di importo pari o superiore a 1 milione di euro, la costituzione del collegio è obbligatoria.

Il collegio consultivo tecnico esprime pareri o, in assenza di una espressa volontà contraria, adotta determinazioni aventi natura di lodo contrattuale ai sensi dell'art. 808-ter c.c. Se la pronuncia assume valore di lodo contrattuale, l'attività di mediazione e conciliazione è comunque finalizzata alla scelta della migliore soluzione per la celere esecuzione dell'opera a regola d'arte.

Il collegio consultivo tecnico è formato, a scelta della stazione appaltante, da 3 componenti, o 5 in caso di motivata complessità dell'opera e di eterogeneità delle professionalità richieste, dotati di esperienza e qualificazione professionale adeguata alla tipologia dell'opera, tra ingegneri, architetti, giuristi ed economisti con comprovata esperienza nel settore degli appalti delle concessioni e degli investimenti pubblici, anche in relazione allo specifico oggetto del contratto.

Il CCT si intende istituito al momento dell'accettazione dell'incarico da parte del presidente. Nell'adozione delle proprie determinazioni, il collegio consultivo può operare anche in videoconferenza o con qualsiasi altro collegamento da remoto. Fermo quanto specificamente disposto nel verbale d'insediamento sulle modalità di svolgimento del contraddittorio, è comunque facoltà del Collegio procedere ad audizioni informali delle parti o convocare le parti per consentire l'esposizione in contraddittorio delle rispettive ragioni. Rimane comunque esclusa la possibilità di disporre consulenza tecnica d'ufficio.

L'inosservanza dei pareri o delle determinazioni del collegio consultivo tecnico viene valutata ai fini della responsabilità del soggetto agente per danno erariale e costituisce, salvo prova contraria, grave inadempimento degli obblighi contrattuali; l'osservanza delle determinazioni del collegio consultivo tecnico è causa di esclusione della responsabilità per danno erariale, salvo il dolo.



La possibilità che la pronuncia del collegio consultivo tecnico assuma natura di lodo contrattuale è esclusa nei casi in cui è richiesto il parere sulla sospensione coattiva e sulle modalità di prosecuzione dei lavori. Il parere obbligatorio può essere sostituito dalla determinazione avente natura di lodo contrattuale nell'ipotesi di sospensione imposta da gravi ragioni di ordine tecnico ai sensi dell'articolo 216, c. 4 dell'opera. Salva diversa previsione di legge, le determinazioni del collegio consultivo tecnico sono adottate con atto sottoscritto dalla maggioranza dei componenti, entro il termine di 15 giorni decorrenti dalla data della comunicazione dei quesiti, se formulato congiuntamente dalle parti, ovvero dal momento in cui si è perfezionata la formulazione di più quesiti distintamente formulati dalle parti in ordine a una medesima questione. Le determinazioni possono essere rese con motivazione succinta, che può essere integrata nei successivi 15 giorni, sottoscritta dalla maggioranza dei componenti. In caso di particolari esigenze istruttorie le determinazioni possono essere adottate entro venti giorni dalla comunicazione dei quesiti. Le decisioni sono assunte a maggioranza.

I componenti del collegio consultivo tecnico hanno diritto a un compenso a carico delle parti proporzionato al valore dell'opera, al numero, alla qualità e alla tempestività delle determinazioni assunte.

Il collegio consultivo tecnico è sciolto al termine dell'esecuzione del contratto ovvero, nelle ipotesi in cui non ne è obbligatoria la costituzione, in data anteriore su accordo delle parti.

#### ART. 40 DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI

1. Il prezzo a base di gara delle opere da realizzare è stato calcolato secondo quanto indicato nel computo metrico estimativo che comprende l'indicazione delle lavorazioni, le relative quantificazioni ed i relativi prezzi unitari.

I prezzi unitari in base ai quali sono pagati i lavori appaltati sono stati computati tenendo conto di risorse umane, attrezzature e prodotti impiegati nella realizzazione dell'opera:

- **risorsa umana:** fattore produttivo lavoro, come attività fisica o intellettuale dell'uomo - manodopera. I costi delle risorse umane sono costituiti dal costo del lavoro determinato annualmente dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali sulla base dei valori economici definiti dalla contrattazione collettiva nazionale tra le organizzazioni sindacali e le organizzazioni dei datori di lavoro comparativamente più rappresentativi, delle norme in materia previdenziale ed assistenziale, dei diversi settori merceologici e delle differenti aree territoriali.
- **attrezzatura:** fattore produttivo capitale che include i beni strumentali, le macchine, i mezzi, i noli, i trasporti - noli e trasporti. Si distingue in nolo a freddo e nolo a caldo in funzione dei costi compresi in esso, secondo e seguenti definizioni:
- nolo a freddo: il nolo a freddo del mezzo d'opera o dell'attrezzatura non comprende i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, le spese per i materiali di

consumo (carburanti, lubrificanti) e della normale manutenzione e le assicurazioni R.C.;

- **nolo a caldo:** comprende i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, le spese per i materiali di consumo (come i carburanti o i lubrificanti), la normale manutenzione e le assicurazioni R.C.;
  - **prodotto:** risultato di un'attività produttiva dell'uomo, tecnicamente ed economicamente definita, per estensione anche eventuali materie prime impiegate direttamente nell'attività produttiva delle costruzioni. I costi dei prodotti comprendono gli oneri derivanti all'appaltatore dalla relativa fornitura franco cantiere, incluso il costo del trasporto.
2. I prezzi medesimi si intendono accettati dall'Appaltatore.
  3. **Il costo dei prodotti, delle attrezzature e delle lavorazioni viene determinato considerando i prezzi correnti alla data dell'approvazione del progetto, riportati nei prezziari predisposti da Regione Lombardia, DEI Recupero, ristrutturazione e manutenzione 2023 e DEI Beni Artistici 2023.**
  4. I prezzi cessano di avere validità al 31 dicembre 2023 e possono essere transitoriamente utilizzati fino al 30 giugno dell'anno 2024 per i progetti a base di gara la cui approvazione sia intervenuta entro tale data.
  5. Disposizioni introdotte in via transitoria dalla L 197/2022 (Legge di Bilancio) per far fronte all'aumento del costo dei materiali da costruzione anche per l'anno 2023.  
Per i lavori eseguiti o contabilizzati dal direttore dei lavori, ovvero annotati, sotto la responsabilità dello stesso, nel libretto delle misure dal 1° gennaio 2023 al 31 dicembre 2023, il relativo stato di avanzamento dei lavori viene adottato applicando il prezzo regionale aggiornato alla data del 31 luglio 2022, ai sensi dell'art. 26, comma 2, DL 50/2022, convertito con modificazioni dalla L 91/2022, atteso che la regione non ha ancora provveduto all'aggiornamento annuale dello stesso.  
All'eventuale conguaglio in aumento o in diminuzione, a seguito dell'aggiornamento annuale del prezzo regionale si provvederà in occasione del pagamento degli stati di avanzamento dei lavori.
  6. Nei casi sopra riportati la Stazione appaltante riconosce tali maggiori importi, al netto dei ribassi d'asta formulati in sede di offerta e nella misura del 90 o 80 per cento e il relativo certificato di pagamento verrà emesso contestualmente entro 5 giorni dall'adozione del SAL. Il pagamento è effettuato utilizzando:
    - risorse accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, nel limite del 50%;
    - eventuali somme a disposizione della stazione appaltante e stanziare annualmente relativamente allo stesso intervento;
    - somme derivanti da ribassi d'asta qualora non ne sia prevista una diversa

destinazione sulla base delle norme vigenti;

- somme relative ad altri interventi già ultimati e collaudati, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della relativa spesa autorizzata.
7. Le compensazioni sono liquidate previa presentazione da parte dell'appaltatore entro 60 giorni dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del decreto MIMS, di un'istanza di compensazione alla Stazione appaltante, per i lavori eseguiti nel rispetto del cronoprogramma.
8. Il DL, verificato il rispetto del cronoprogramma nell'esecuzione dei lavori e valutata la documentazione probante la maggiore onerosità subita dall'appaltatore, riconosce la compensazione così come segue:
- se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione viene riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza;
  - se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una variazione percentuale superiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione viene riconosciuta per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza.

La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate, inoltre, restano esclusi dalla stessa i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta.

#### ART.41 CLAUSOLE DI REVISIONE DEI PREZZI

1. La Stazione appaltante può dar luogo ad una revisione dei prezzi ai sensi dell'art. 60 del D.lgs. 36/2023.
2. Qualora nel corso dell'esecuzione del contratto d'appalto, i prezzi dei materiali da costruzione subiscano delle variazioni in aumento o in diminuzione, tali da determinare un aumento o una diminuzione dei prezzi unitari utilizzati, l'appaltatore avrà diritto ad un adeguamento compensativo.
3. Per i contratti relativi ai lavori, nel caso in cui si verificano particolari condizioni di natura oggettiva tali da determinare una variazione del costo dell'opera, in aumento o in diminuzione, superiore al **5%** rispetto al prezzo dell'importo complessivo, si dà luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale **eccedente il 5% e comunque in misura pari all'80% di detta eccedenza.**
4. La compensazione è determinata considerando gli indici sintetici di costo di costruzione elaborati dall'ISTAT.

5. Le variazioni sono valutate in base ai prezzi di contratto ai sensi dell'allegato II.14 art. 5 c.7 e 8 del D.lgs. 36/2023, tuttavia, se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati:
  - desumendoli dai prezzi di cui all'art. 41 del D.lgs. 36/2023, ove esistenti;
  - ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.
6. Qualora dai calcoli effettuati risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori, sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.
7. Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.
8. Per far fronte ai maggiori oneri derivanti dalla revisione prezzi di cui al presente articolo le stazioni appaltanti utilizzano:
  - nel limite del 50%, le risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, e le eventuali ulteriori somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziare annualmente relativamente allo stesso intervento;
  - le somme derivanti da ribassi d'asta, se non ne è prevista una diversa destinazione dalle norme vigenti;
  - le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile.

#### ART. 42 OSSERVANZA REGOLAMENTO UE SUI MATERIALI

1. La progettazione, i materiali prescritti e utilizzati nell'opera dovranno essere conformi sia alla direttiva del Parlamento Europeo UE n. 305/2011 sia a quelle del Consiglio dei LL.PP. Le nuove regole sulla armonizzazione e la commercializzazione dei prodotti da costruzione sono contenute nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106, riguardante il "Regolamento dei prodotti da costruzione".

2. L'appaltatore, il progettista, il direttore dei lavori, il direttore dell'esecuzione o il collaudatore, ognuno secondo la propria sfera d'azione e competenza, saranno tenuti a rispettare l'obbligo di impiego di prodotti da costruzione di cui al citato Regolamento UE.
3. Anche qualora il progettista avesse per errore prescritto prodotti non conformi alla norma, rendendosi soggetto alle sanzioni previste dal D.lgs. 106/2017, l'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto alla Stazione appaltante ed al Direttore dei lavori il proprio dissenso in merito e ad astenersi dalla fornitura e/o messa in opera dei prodotti prescritti non conformi.
4. Particolare attenzione si dovrà prestare alle certificazioni del fabbricante all'origine, che, redigendo una apposita dichiarazione, dovrà attestare la prestazione del prodotto secondo le direttive comunitarie.

### **CAPO 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

#### **ART. 43 NORME GENERALI**

##### **1. Generalità**

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso in cui la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

##### **2. Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura**

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

##### **3. Lavori in economia**

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

##### **4. Contabilizzazione delle varianti**

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

**CAPO 4. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

**ART. 44 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

1. I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.
2. Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

**3. Prove dei materiali**

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

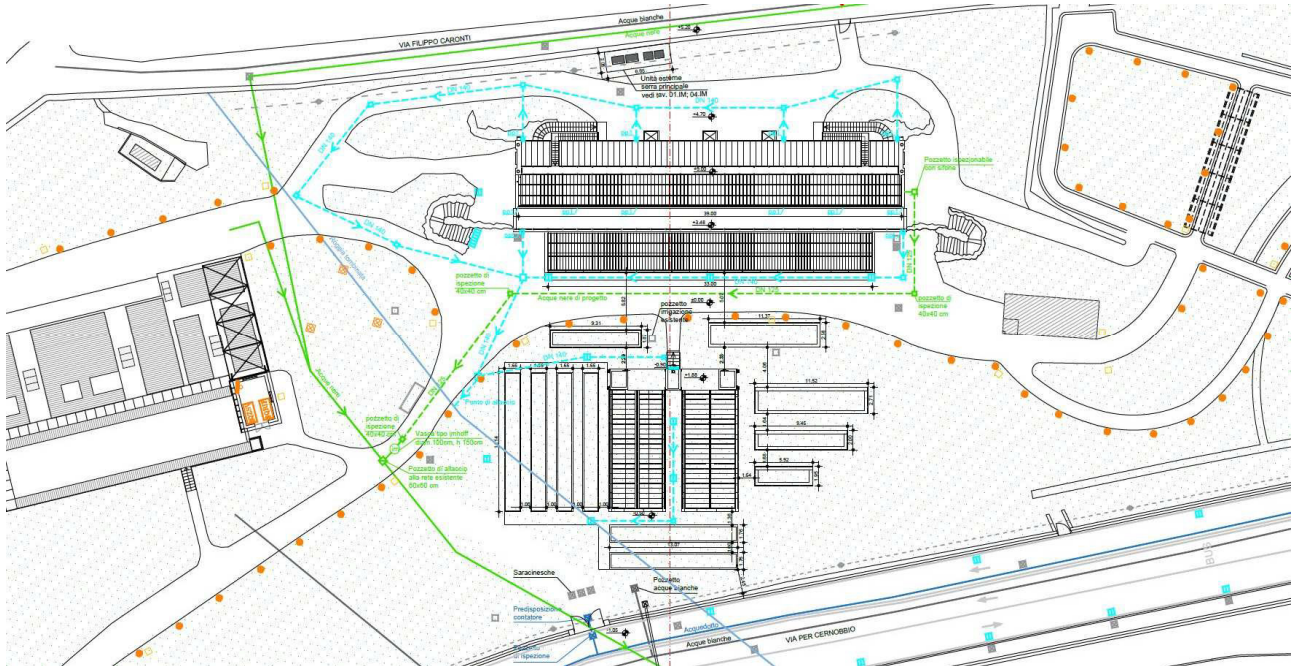
L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

## DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE, DELLA FORMA E DELLE PRINCIPALI DIMENSIONI DELL'INTERVENTO

### OGGETTO DEL PROGETTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di interventi di "Restauro e recupero funzionale delle serre di Villa Olmo" a Como."



### DESCRIZIONE DEI LAVORI

I lavori che formano l'oggetto del progetto possono riassumersi come di seguito descritto:

- Sostituzione del manto di copertura opaco (compresa l'orditura in legno a supporto dello strato di lamiera finale) di una parte del corpo di fabbrica della Serra principale alta;
- Pulitura, risanamento e rifacimento della superficie muraria e degli intonaci interni ed esterni dei corpi di fabbrica;
- Rimozione dei serramenti e delle strutture portanti di tutte le serre;
- Posa in opera di nuova struttura portante e di nuovi serramenti per tutti i corpi di fabbrica delle serre;
- Ripristino di tutti i discendenti, le scossaline e le grondaie in lamiera;
- Restauro degli elementi in calcestruzzo e in pietra;
- Ricostruzione di parti in pietra e in calcestruzzo;
- Rifacimento del pavimento della terrazza al piano primo;
- Trattamento di restauro di tutti gli elementi in metallo;
- Realizzazione di servizi igienici al piano terra della Serra alta mediante demolizione del pavimento esistente, posa in opera di ripartizioni interne in cartogesso, di nuovi pavimenti (compreso sottofondo) e rivestimenti;
- Tinteggiature delle pareti interne ed esterne;
- Apertura di nuovi varchi di porte a servizio dei nuovi servizi igienici;
- Realizzazioni di impianto termico e di condizionamento, impianto idrico-sanitario ed elettrico e speciale;
- Adeguamento della rete delle fognature;
- Sistemazione dei camminamenti esterni;
- Posa in opera di schermature metalliche.



## CAPITOLO 1 – QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

### Art. 1.1

#### NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

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.

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui agli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Inoltre in ottemperanza al D.M. 203/2003 si prescrive l'utilizzo di materiali riciclati

### Art. 1.2

#### MATERIALI IN GENERE

**Acqua** – Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà, anche avere, un pH neutro ed una durezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di sostanze chimiche attive o di inquinanti organici o inorganici.

Tutte le acque naturali limpide (con la sola esclusione dell'acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili, in quanto contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.

Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.

**Acqua per lavori di pulitura** – Oltre ad essere dolce e limpida ed avere, un pH neutro e la durezza non superiore al 2%, dovrà essere preventivamente trattata con appositi apparecchi deionizzatori dotati di filtri a base di resine scambiatrici di ioni aventi le specifiche richieste dalle Raccomandazioni Normal relativamente allo specifico utilizzo.

**Calci** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

**Cementi e agglomerati cementizi** - Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1, UNI EN 197-2 e UNI EN 197-4.

A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

**Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

**Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti, approvvigionati in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto. Non dovranno essere comunque mai usati in ambienti umidi né impiegati a contatto di leghe di ferro o di altro metallo.

**Sabbia** - La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, dovrà essere priva non solo delle sostanze inquinanti ma dovrà possedere anche una granulometria omogenea e provenire da rocce con resistenze meccaniche adeguate allo specifico uso. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

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

**Sabbie per conglomerati** - I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0, 1 e 5 mm.

Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

**Sabbie, inerti e cariche per resine** - Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla Direzione dei Lavori; la granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla Direzione dei Lavori, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

**Polveri** - (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie, in un quantitativo di circa il 10- 15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto e fibre di nylon. In particolare la Direzione dei Lavori e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

**Ghiaia e pietrisco** - Le prime dovranno essere costituite da elementi omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose, argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte, non gessose e marnose ad alta resistenza a compressione.

I pietrischi dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo; dovranno essere scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee. Sono assolutamente escluse le rocce marnose.

Gli elementi di ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:

- di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

- di cm 4 se si tratta di volti di getto;

- di cm 1 a 3 se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili. Gli elementi più piccoli di ghiaie e pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di 1 cm di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

**Pomice** - La pomice dovrà presentare struttura granulare a cavità chiuse, con superfici scabre, dovrà essere asciutta, scevra da sostanze organiche, da polvere o da altri elementi estranei.

Il peso specifico apparente medio della pomice non dovrà essere superiore a  $660 \text{ kg/m}^3$ .

**Perlite espansa** - Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 5 mm di diametro, completamente esente da polvere o da altre sostanze estranee e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile. Il peso specifico apparente della perlite espansa è compreso tra i 60 ed i  $120 \text{ kg/m}^3$ .

**Vermiculite espansa** - Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 12 mm di diametro, completamente esente da ogni tipo d'impurità e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile.

Il peso specifico apparente della vermiculite espansa è compreso tra i 70 ed i  $110 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

**Polistirene espanso** - Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 2 a 6 mm di diametro, completamente esente da ogni sostanza estranea e dovrà essere inattaccabile da muffe, batteri, insetti e resistere all'invecchiamento. Il peso specifico apparente del polistirene espanso è compreso tra i 10 ed i  $12 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

**Argilla espansa** - Si presenta sotto forma di granulato, con grani a struttura interna cellulare chiusa e vetrificata, con una dura e resistente scorza esterna.

Per granuli di argilla espansa si richiede: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;

Per granuli di scisti espansi si richiede: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

Ogni granulo, di colore bruno, deve avere forma rotondeggiante ed essere privo di materiali attivi, organici o combustibili; deve essere inattaccabile da acidi ed alcali concentrati, e deve conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura. I granuli devono galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Il peso specifico dell'argilla espansa è compreso tra i 350 ed i  $530 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

Per l'accettazione dei materiali valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

Per quanto non espressamente contemplato si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459, UNI EN 197, UNI EN 13055-1, UNI 11013, UNI 8520-1, UNI 8520-2, UNI 8520-21, UNI 8520-22, UNI EN 932-1, UNI EN 932-3, UNI EN 933-1, UNI EN 933-3, UNI EN 933-8, UNI EN 1097-2, UNI EN 1097-3, UNI EN 1097-6, UNI EN 1367-1, UNI EN 1367-2, UNI EN 1744-1.

### **Art. 1.3 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

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

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

### **Art. 1.4 VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO**

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di

studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

## **Art. 1.5 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

### **Generalità**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione o del Certificato di Valutazione Tecnica. I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

### **1.5.1 Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.**

#### **Controllo di Accettazione**

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3 tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una 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 dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la 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 delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto § 11.2.6 del D.M. 17 gennaio 2018. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

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

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel punto 11.2.8. del succitato decreto ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

## **1.5.2 Acciaio**

### **Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

### **Le forme di controllo obbligatorie**

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo *il Lotto di produzione* si riferisce 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 tonnellate.

### **La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed 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 fabbricante, 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, l'apposizione di targhe o cartellini, 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.

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. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il

marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

### **Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni della Direzione 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 dalla Direzione dei Lavori.

### **Conservazione della documentazione d'accompagnamento**

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

### **Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica 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 cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

### **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 della Direzione dei Lavori**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno di cui al D.M. 17 gennaio 2018, fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;

c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del punto 11.3.1.5 del D.M. 17 gennaio 2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

### 1.5.3 Acciaio per usi strutturali

#### Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci ( $C=0,15\%-0,25\%$ ), acciai semiduri, duri e durissimi ( $C>0,75\%$ ).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi 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), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e si applica la procedura di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.4.11.1 del citato decreto.

Per le palancole metalliche e per i nastri zincati di spessore  $\leq 4$  mm si farà riferimento rispettivamente alle UNI EN 10248-1 ed UNI EN 10346.

Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A) del decreto, in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1090-1.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Dichiarazione delle prestazioni dei componenti, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti della norma tecnica del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1 di detta norma.

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 EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 148-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

In sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN



10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

### Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
<b>UNI EN 10025-3</b>				
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
<b>UNI EN 10025-4</b>				
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
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
<b>UNI EN 10025-5</b>				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

### Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
<b>UNI EN 10210-1</b>				
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
<b>UNI EN 10219-1</b>				
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		
S 460 MH/MLH	460	530		
S 460 NH/NHL	460	550		

## Art. 1.6 CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO (FRC)

Il calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) è caratterizzato dalla presenza di fibre discontinue nella matrice cementizia; tali fibre possono essere realizzate in acciaio o materiale polimerico, e devono essere marcate CE in accordo alle norme europee armonizzate, quali la UNI EN 14889-1 ed UNI EN 14889-2. In aggiunta la confezione delle fibre deve riportare anche il lotto di produzione.

*Parametri da riportare sulla confezione delle fibre.*

<b>Fibre di acciaio</b>	<b>Fibre polimeriche</b>
Lunghezza [mm] Diametro equivalente [mm] Rapporto d'aspetto Forma Resistenza a trazione* [MPa] Modulo elastico* [GPa] Allungamento a rottura* [%] Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Polimero Lunghezza [mm] Diametro equivalente [mm] Rapporto d'aspetto Forma Resistenza a trazione* [MPa] Modulo elastico* [GPa] Allungamento a rottura* [%] Massa volumica lineare [tex] Temperatura di transizione vetrosa e di fusione**

(\*) I seguenti parametri non vengono determinati necessariamente sulla fibra, ma in accordo con le UNI EN 14889.

(\*\*) Nella UNI EN 14889-2 tale misura è indicata con tenacità.

La miscela del calcestruzzo fibrorinforzato deve essere sottoposta a valutazione preliminare secondo le indicazioni riportate nel punto § 11.2.3 del D.M. 17 gennaio 2018 con determinazione dei valori di resistenza a trazione residua  $f_{R1k}$  per lo Stato limite di esercizio e  $f_{R3k}$  per lo Stato limite Ultimo determinati secondo UNI EN 14651. Le proprietà nominali del FRC indurito devono essere determinate su provini normalizzati, realizzati e maturati in condizioni controllate, mediante prove standard di laboratorio, come previsto dalla citata norma UNI.

Le prestazioni ed i principali vantaggi derivanti dall'utilizzo del calcestruzzo FRC sono sia costruttivi che strutturali.

L'aggiunta delle fibre conferisce al calcestruzzo, dopo la fessurazione, una significativa resistenza residua a trazione (tenacità). Quest'ultima dipende anche dal rapporto di aspetto (ovvero il rapporto lunghezza/diametro equivalente delle fibre), la percentuale volumetrica delle fibre, le caratteristiche fisico-meccaniche di queste ultime. Le fibre dovranno quindi offrire una migliore duttilità del conglomerato nella fase successiva all'innesco del fenomeno fessurativo. Pertanto dovranno avere l'effetto di ridurre la fragilità della matrice cementizia: il miglioramento del comportamento fessurativo quindi, comporterà un aumento della durabilità dell'opera.

Le prestazioni richieste a un calcestruzzo FRC sono le seguenti:

- classe di resistenza a compressione;
- classe di consistenza;
- classe di esposizione;
- limite di proporzionalità (tensione corrispondente);
- classe di tenacità, ovvero resistenza opposta dal materiale all'avanzamento del processo di frattura.

E' inoltre necessario definire le seguenti proprietà:

- dimensione massima dell'aggregato;
- caratteristiche geometriche della fibra;
- materiale utilizzato per la fibra.

Ulteriori prestazioni del calcestruzzo fibrorinforzato rispetto a quello convenzionale dovranno essere:

- maggiore resistenza alla fatica
- maggiore resistenza agli urti
- maggiore resistenza allo stress termico

- maggiore resistenza all'abrasione.

In linea generale i calcestruzzi FRC saranno confezionati con l'uso delle seguenti fibre rinforzanti:

- fibre di acciaio
- fibre di vetro e fibre di natura organica

Le *fibre di acciaio*, sono disponibili in forma di aghi di diversa conformazione geometrica: a sezione circolare o rettangolare, ad estremità piegate, dentate, ecc. con diametro equivalente compreso fra 0.4 e 1.2 mm e lunghezza variabile tra 25 e 80 mm. Esse, a seconda delle prestazioni da conseguire, verranno aggiunte in misura variabile secondo le prescrizioni della Direzione Lavori (es. da 25 fino a 150 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo).

Le principali applicazioni dei calcestruzzi rinforzati con fibre di acciaio riguardano:

- pannelli portanti di facciata;
- la realizzazione di pavimentazioni industriali in calcestruzzo dove le fibre vengono convenientemente impiegate in sostituzione della tradizionale armatura in forma di rete elettrosaldata;
- la realizzazione di conci prefabbricati per i rivestimenti definitivi delle gallerie;
- giunti o nodi strutturali, per il vantaggio offerto di ridurre le usuali elevate percentuali di armatura ivi presenti;
- elementi di copertura, per la possibilità di realizzare spessori sottili privi della consueta armatura disposta sul piano medio;
- strutture destinate ad assorbire urti e/o per resistere alla fatica, come collettori o tubazioni per elevate pressioni, traversine ferroviarie, pali ad alta resistenza, ecc.;
- travi precomprese prefabbricate, allo scopo di assorbire le tensioni di trazione in assenza di armature concentrate.

Le *fibre di vetro e quelle di natura organica* (prevalentemente poliacrilonitrile, poliestere e polipropilene) attualmente impiegate si distinguono in:

- fibre non metalliche strutturali, di lunghezza variabile tra 20 e 60 mm e diametro equivalente di 0.8-1.3 mm. Esse, a seconda delle prestazioni da conseguire, verranno aggiunte in misura variabile secondo le prescrizioni della Direzione Lavori (es. da 2.5 fino a 6.0 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo) per la produzione di conglomerati destinati alle stesse applicazioni di quelli prodotti con le fibre di acciaio;

- fibre non metalliche non strutturali, di lunghezza variabile da 10 a 30 mm e diametro di 0.01-0.02 mm aggiunte in misura di 0.8-1.2 kg/m<sup>3</sup> per la realizzazione di calcestruzzi destinati prevalentemente a solette e pavimenti di piccolo spessore per attenuare il rischio fessurativo derivante dal ritiro plastico del conglomerato.

- materiale polimerico: in questo caso il calcestruzzo fibrorinforzato viene definito SNFRC (Synthetic Fiber Reinforced Concrete). Tali fibre hanno una bassa resistenza al fuoco, ai raggi ultravioletti e all'ossigeno. Si suddividono in:

- a basso modulo elastico: non accrescono la resistenza a trazione del materiale però migliorano la tenacità e sono utili a contrastare il fenomeno fessurativo della matrice cementizia. Tra le più utilizzate ci sono:
  - le fibre polipropileniche non strutturali;
  - le fibre polietileniche;
  - le fibre di poliestere;
  - le fibre di nylon.
- ad alto modulo elastico: rispetto alle precedenti garantiscono anche un aumento della resistenza a trazione del calcestruzzo. Tra le più utilizzate ci sono:
  - le fibre polipropileniche strutturali;
  - le fibre di PVA (polivinilalcol)
  - le fibre di carbonio
  - le fibre acriliche (le fibre poliacrilonitriliche)
  - le fibre aramidiche

- materiali naturali: in questo caso si parla di NFRC (Natural Fiber Reinforced Concrete).

Le fibre possono avere diverse forme, oltre a quella semplicemente rettilinea, infatti esistono fibre ondulate, uncinate, nervate, ad estremità schiacciate, ecc. Commercialmente le fibre si presentano sotto forma di monofilamento (ogni fibra si presenta separata dalle altre) e bundles (le fibre si presentano in gruppi. Le fibre bundles dette placchettate, durante la miscelazione con la matrice cementizia si separano tra di loro e

diventano monofilamenti).

Le fibre inoltre si distinguono in base alle loro dimensioni in:

- microfibre: sono idonee a contrastare le piccole fessure come quelle che si formano a seguito dell'azione del ritiro plastico;

- macrofibre: sono idonee a contrastare le fessure dovute ai carichi esterni e al ritiro igrometrico. Alcune macrofibre possono aumentare la resistenza a trazione e la tenacità del calcestruzzo.

La lunghezza delle fibre deve essere compatibile con il copriferro e l'interferro ed essere proporzionata alla dimensione massima dell'aggregato. E' consigliata una lunghezza della fibra non inferiore al doppio della dimensione massima dell'aggregato. In presenza di un rinforzo ibrido (costituito da fibre di diversa tipologia e lunghezza) l'annotazione precedente è da riferirsi alla fibra di maggior lunghezza.

Le norme CNR-DT 204/2006 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture di calcestruzzo fibrorinforzato", indicano che il dosaggio minimo di fibre per impieghi strutturali non deve essere inferiore allo 0,3% in volume.

Tutte le fibre devono presentare una distribuzione omogenea all'interno dell'impasto. Il raggiungimento di tale condizione può essere ostacolato dalla formazione di accumuli, comunemente indicati con i termini di "grumi", "ciuffi" o "grovigli". In particolare, la loro presenza, seppur limitata, può provocare occlusioni tali da rendere difficoltose le operazioni di pompaggio.

Se necessario e autorizzato dalla Direzione lavori, per garantire al calcestruzzo un'adeguata lavorabilità si potrà aumentare la frazione fine e/o ridurre il diametro massimo dell'aggregato e aggiungere all'impasto additivi fluidificanti.

#### **Controlli di accettazione in cantiere**

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, deve verificare che ciascuna miscela omogenea sia coperta da CVT in corso di validità, di cui una copia deve essere presente in cantiere.

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'esecutore dei lavori deve inoltre assicurare la conservazione di tutta la documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- devono essere effettuati contestualmente alla messa in opera del FRC;
- devono essere eseguiti su provini prelevati in cantiere.

In aggiunta alle prove di accettazione richieste per la verifica di lavorabilità e di resistenza alla compressione, previste per il calcestruzzo senza fibre, per ogni miscela omogenea è obbligatorio fare almeno un prelievo di due campioni ogni 100 m<sup>3</sup> di getto, da sottoporre a prova di flessione secondo la UNI EN 14651.

Il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Le prove e i controlli necessari sul calcestruzzo FRC sono disposti dalle "Linee Guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete)".

### **Art. 1.7**

#### **PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE**

**1** - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano in base:

- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:

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.

La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

## **2 - Membrane**

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (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 ed in mancanza, od a loro completamento, alle seguenti prescrizioni.

Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nelle norme UNI 8178.

- b) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme UNI 11470 e UNI EN 1931 oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- c) Le 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 devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme UNI EN 13707, UNI EN 12730 e UNI EN 12311, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria e all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI EN 1928, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
- e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalle citate norme UNI oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

## **3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:**

- a) - membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente 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;
  - membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende 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 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.

b) Classi di utilizzo:

- 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, scariche, 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. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

- c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate UNI EN 13361, UNI EN 13362, UNI EN 13491, UNI EN 13492 e UNI EN 13493.

**4** - 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) e secondo del materiale costituente, devono soddisfare le caratteristiche previste dalle norme UNI e devono essere conformi alle norme vigenti.

Il sistema di protezione descritto (UNI EN 1504-1) dovrà garantire almeno le seguenti caratteristiche tecniche:

Definizioni del sistema di protezione	UNI EN 1504-1
Resistenza allo shock termico	UNI EN 13687-2; UNI EN 13687-5
Resistenza alla penetrazione degli ioni cloruro	UNI EN 13396
Resistenza alla carbonatazione	UNI EN 13295
Resistenza alla trazione	UNI EN 1542
Compatibilità termica ai cicli di gelo/disgelo	UNI EN 13687-1

a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):

- viscosità ...;
- massa volumica kg/dm<sup>3</sup> minimo - massimo ...;
- contenuto di non volatile % in massa minimo ...;
- punto di infiammabilità minimo % ...;
- contenuto di ceneri massimo g/kg ... .

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori e per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla relativa normativa tecnica.

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

**Art. 1.8**

**PRODOTTI IMPREGNANTI PER LA PROTEZIONE, L'IMPERMEABILIZZAZIONE E CONSOLIDAMENTO**

## Generalità

L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali preconsolidanti, consolidanti e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato.

Degrado essenzialmente dovuto:

- ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana (dilavamento, crioclastismo), azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale: l'impregnante dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali;

- ad un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere, ecc.): in questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa;
- prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti;
- prive di rivestimento in cotti a vista albas e porosi;
- prive di rivestimento in cls;
- rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori;
- rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

In presenza di una complessità materico patologico così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado.

I prodotti da usare dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere.

Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C.

Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni:

- svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto;

- svolgere un'azione protettiva, mediante l'idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adescamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e microflora.

In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla Direzione dei Lavori. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare.

In particolare, le caratteristiche richieste ai prodotti da utilizzare in base al loro impiego, saranno:

basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; atossicità; assenza di impatto ambientale; sicurezza ecologica; facilità di applicazione; solubilizzazione dei leganti.

Sarà sempre opportuno ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

## **Composti organici**

Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento. Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti:

- i prodotti termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità;
- i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti.

Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali.

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

**Resine epossidiche** - Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature.

Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto scrupoloso controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione.

Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della Direzione dei Lavori.

**Resine acriliche** - Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti piuttosto ampi in funzione dei tipi di monomero e del peso molecolare del polimero. Per la maggior parte le resine acriliche sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici. Hanno scarsa capacità di penetrazione e non possono essere impiegate come adesivi strutturali. Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua tendono a dilatarsi. Il prodotto si applica a spruzzo, a pennello o per impregnazione.

Le resine acriliche oltre che come consolidanti si possono impiegare come protettivi e impermeabilizzanti.

**Resine acril-siliconiche** - Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche. Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici.

Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria. Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 cPs, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione. Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina.

**Resine poliuretaniche** - Prodotti termoplastici o termoindurenti a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità.

Mescolate con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Oltre che come consolidanti possono essere impiegate come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti utilizzando l'acqua come reagente risultano particolarmente adatte per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.



**Metacrilati da iniezione** - Sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o, salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrato o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPa, essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione, da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7 onde evitare l'innesto di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti.

A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi.

**Perfluoropolietilene ed elastomeri fluororati** - Anch'essi prodotti a doppia funzionalità, adatti per la protezione i primi, per il consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi i secondi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolymerizzati, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, hanno buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico) possiedono però scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa, se non opportunamente funzionalizzati con gruppi polari (ammidi ed esteri) risultano eccessivamente mobili all'interno del manufatto. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

**Polimeri acrilici e vinilici** - Sono prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. Il monomero liquido può essere applicato ad una superficie per creare (a polimerizzazione completata) un film solido più o meno impermeabile ed aderente al supporto. I polimeri con scarso grado di polimerizzazione dispersi in acqua o in solventi organici danno luogo a lattici o emulsioni. Polimeri con basso peso molecolare sempre disciolti in acqua o in solvente organico formano soluzioni trasparenti. Entrambi questi prodotti se applicati come rivestimento in strato sottile permangono come film superficiali dopo l'evaporazione del solvente dal lattice o dalla soluzione. Lattici e soluzioni polimeriche sono spesso combinati con altri componenti quali cariche, pigmenti, opacizzanti, addensanti, plastificanti.

I principali polimeri impiegati per questo tipo di applicazione sono i *poliacrilati* e le *resine viniliche*.

- I *poliacrilati* possono essere utilizzati come impregnanti di materiali porosi riducendone consistentemente la permeabilità; sono pertanto impiegabili per situazioni limite quando si richiede l'impermeabilizzazione del materiale da forti infiltrazioni. Sotto forma di lattici vengono utilizzati per creare barriere protettive contro l'umidità oppure applicati come mani di fondo (primer) per migliorare l'adesione di pitture e intonaci.

- Le *resine viniliche* sono solitamente copolimeri di cloruro di acetato di vinile sciolti in solventi. Presentano ottima adesione al supporto, stabilità sino a 60 °C, flessibilità, atossicità, buona resistenza agli agenti atmosferici. Sono però da impiegarsi con estrema cautela e solo in casi particolari in quanto riducono fortemente la permeabilità al vapore d'acqua, posseggono un bassissimo potere di penetrazione, risultano eccessivamente brillanti una volta applicati. In ogni caso, avendo caratteristiche particolari ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione, all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta, effetto traslucido), l'utilizzo dei polimeri organici sarà da limitarsi a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della Direzione dei Lavori e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

**Polietilenglicoli o poliessietilene** - Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso.

**Oli e cere naturali e sintetiche** - Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite di una scarsa resistenza all'invecchiamento.

Inoltre l'iniziale idrorepellenza acquisita dall'oggetto trattato, sparisce col tempo.

- L'*olio di lino* è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli olii essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300 °C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno.

- Le *cere naturali*, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto

preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate.

- *Le cere sintetiche*, costituite da idrocarburi polimerizzati ed esteri idrocarburi ossidati, hanno composizione chimica, apparenza e caratteristiche fisiche ben diverse da quelle delle cere naturali. Le cere polietilene e polietilenglicoliche sono solubili in acqua e solventi organici, ma non si mischiano bene alle cere naturali ed alla paraffina. Sono comunque più stabili al calore, hanno maggior resistenza all'idrolisi ed alle reazioni chimiche. Le cere possono essere usate in forma di soluzione o dispersione, ad esempio in trementina, toluolo, cicloesano o etere idrocarburo, oppure sotto forma di miscele a base di cera d'api, paraffina colofonia.

Tutte le cere trovano comunque impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi in generale a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate, danno inoltre luogo alla formazione di saponi che scoloriscono l'oggetto trattato se in presenza di umidità e carbonato di calcio, hanno scarsa capacità di penetrazione. Esse non vanno usate su manufatti in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Oli e cere vengono normalmente applicati a pennello.

### **Composti a base di silicio**

**Idrorepellenti protettivi siliconici** - Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi.

I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate dal gruppo siliconico presente.

I composti organici del silicio (impropriamente chiamati siliconi) agiscono annullando le polarità latenti sulle superfici macrocristalline dei pori senza occluderli, permettendo quindi il passaggio dei vapori, ma evitando migrazioni idriche; la loro azione consiste quindi nel variare la disponibilità delle superfici minerali ad attrarre l'acqua in un comportamento spiccatamente idrorepellente, ciò avviene depositando sulle pareti dei pori composti organici non polari.

**Idrorepellenti** - La pluralità del potere idrorepellente è direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipendono quindi dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraversano corpi molto compatti e si depositano in superficie), la velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto), dell'alcalinità del corpo poroso, delle modalità di applicazione.

In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi ha causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Essi dovranno comunque sempre garantire elevato potere penetrante, resistenza ai raggi ultravioletti ed infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini assenza di effetti fumanti che causino una riduzione della permeabilità al vapore d'acqua superiore al 10% determinata secondo la norma UNI EN ISO 12572, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto perlante (fenomeno prettamente superficiale ottenuto velocizzando la polimerizzazione del prodotto, che non rappresenta indizio di qualità e funzionalità dell'impregnazione).

Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori, degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, e comunque ad appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

**Siliconati alcalini** - Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o di sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 20-30% di attivo siliconico. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili.

La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formatasi durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini.

I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

**Resine siliconiche** - Generalmente vengono utilizzati silossani o polisilossani, resine metilsiliconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, ragie minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Si possono impiegare prodotti già parzialmente polimerizzati che subiscono ulteriore polimerizzazione tramite idrolisi una volta penetrati come i metiletossi-polisilossani. Oppure impiegare sostanze già polimerizzate non più suscettibili di formare ulteriori legami chimici quali i metil-fenil-polisilossani. I polimeri

siliconici hanno una buona stabilità agli agenti chimici, bassa tensione superficiale (in grado quindi di bagnare la maggior parte delle superfici con le quali vengono a contatto), stabilità alla temperatura e resistenza agli stress termici, buona elasticità ed alta idrorepellenza.

Si prestano molto bene per l'impregnazione di manufatti ad alta porosità, mentre si incontrano difficoltà su substrati compatti e poco assorbenti a causa dell'elevato peso molecolare, comunque abbassabile. Inoltre le resine metil-siliconiche a causa della bassa resistenza agli alcali sono da consigliarsi su materiali scarsamente alcalini.

In altri casi è possibile utilizzare le resine siliconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

**Silani** - Più esattamente alchil-alcossi-silani, pur avendo struttura chimica simile alle resine siliconiche differenziano da queste ultime per le ridotte dimensioni delle molecole del monomero (5-10 Å. uguali a quelle dell'acqua), la possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli o acqua (con la possibilità quindi di trattare superfici umide), la capacità di reagire con i gruppi idrossilici presenti nei materiali contenenti silicati (calce) che porta alla formazione di un film ancorato chimicamente al supporto in grado di rendere il materiale altamente idrofobo.

Sono pertanto monomeri reattivi polimerizzati in situ ad elevatissima penetrazione (dovuta al basso peso molecolare), capaci quindi di idrofobizzare i capillari più piccoli e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Sempre grazie al basso peso molecolare gli alchil-alcossi-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso, in casi particolari si possono utilizzare anche al 10%; ciò permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono comunque essere impiegati su supporti alcalini e silicei, risultano pertanto adatti per laterizi in cotto, materiali lapidei e in tufo, intonaci con malta bastarda. Da non impiegarsi invece su marmi carbonatici e intonaci di calce. Danno inoltre ottimi risultati: alchil-silani modificati sul travertino Romano e Trachite; alchil-silani idrosolubili nelle barriere chimiche contro la risalita capillare.

Non sono mai da impiegarsi su manufatti interessati da pressioni idrostatiche.

**Oligo silossani** - Polimeri reattivi a basso peso molecolare ottenuti dalla parziale condensazione di più molecole di silani. Sono generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, prepolimeri reattivi che reagendo all'interno del materiale con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliconiche. Ne risulta un silano parzialmente condensato, solubile in solventi polari che si differenzia dal silano esclusivamente per le dimensioni molecolari da 2 a 6 volte superiori. Migliora così il potere di penetrazione rispetto alle resine siliconiche, restando comunque inferiore nei confronti dei silani. I silossani oligomeri pertanto sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliconiche, manifestando più alta penetrazione garantiscono una migliore protezione nel tempo di supporti compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline.

**Organo-siliconi** - Gli idrorepellenti organosiliconici appartengono ad una categoria di protettivi idrorepellenti per l'edilizia costituiti da molecole di alchil-silani condensate con gruppi organici idrofili.

Questo permette di ottenere sostanze idrorepellenti solubili in acqua, con soluzioni stabili per 3-6 mesi, facilmente applicabili e trasportabili. Vista la completa assenza di solventi organici non comportano alcun rischio tossicologico per gli applicatori e per l'ambiente. Inoltre l'utilizzo di protettivi diluibili in acqua permette di trattare supporti leggermente umidi.

**Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile)** - Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. E' una sostanza basso-molecolare a base inorganica in solvente organico.

Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci.

Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C. Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20 °C e UR del 40-50%.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine).

Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita.

È molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti.

Dovrà possedere i seguenti requisiti:

- prodotto monocomponente non tossico;

- penetrazione ottimale;
- essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato;
- formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi;
- impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilità al vapor d'acqua;
- assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato.

**Composti inorganici** - Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente.

**Calce** - Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume. Non ha però le proprietà cementanti del  $\text{CaCO}_3$  che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse. Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione. Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature).

**Idrossido di bario,  $\text{Ba(OH)}_2$**  - Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al  $\text{CaCO}_3$ , essendo, in partenza, carbonato di bario  $\text{BaCO}_3$  reagisce con il gesso per dare  $\text{BaSO}_4$  (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale. Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno.

Come nel caso del trattamento a base di calce, la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario,  $\text{BaCO}_3$ ) ha un coefficiente di dilatazione tecnica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario ( $\text{BaSO}_4$ ), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni.

**Alluminato di potassio,  $\text{KAIO}_2$**  - Può dare sottoprodotti dannosi. Fra questi si può infatti ottenere idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi.

### 1.8.1 Metodi applicativi

La fase applicativa dei prodotti protettivi, richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei solventi utilizzati.

I metodi di applicazione dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di strumentazione elementare (pennelli, rulli, apparecchi a spruzzo *airless*) o, qualora sia necessaria una penetrazione più profonda e capillare, richiedono un impianto di cantiere più complesso; nei casi più semplici bisognerà delimitare e proteggere le zone non interessate dall'intervento in modo da raccogliere e riciclare la soluzione consolidante che non viene assorbita e provvedere a cicli continui di imbibizione.

I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni.

I metodi di applicazione del consolidante sono:

*Applicazione a pennello* - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie da trattare, si applica la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente nelle ultime passate, la concentrazione oltre lo standard.

*Applicazione a spruzzo* - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie, si applica la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.

*Applicazione a tasca* - Tale applicazione è da utilizzarsi per impregnazioni particolari di: decori, aggetti, formelle finemente lavorate e fortemente decoesinate. Essa consiste nella applicazione di una tasca nella parte inferiore della zona da impregnare, si colloca, infatti, intorno alla parte da consolidare una specie di grondaia impermeabilizzata con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare viene invece ricoperta con uno strato di cotone idrofilo e chiusa da polietilene. Nella parte alta un tubo con tanti piccoli fori funge da distributore di resina, l'eccesso di resina si raccoglierà nella grondaia verrà recuperato e rimesso in circolo.

La soluzione di resina da utilizzare dev'essere nella sua concentrazione standard.

*Applicazione per percolazione* - Un distributore di resina viene collocato nella parte superiore della superficie da trattare, questa scende lungo la superficie e penetra nel materiale per assorbimento capillare.

Il distributore è costituito da un tubo forato, ovvero da un canaletto forato dotato nella parte inferiore di un pettine o spazzola posti in adiacenza alla muratura, aventi funzione di distributori superficiali di resina.

*Applicazione sottovuoto* - Tale trattamento può essere applicato anche in situ: consiste nel realizzare un rivestimento impermeabile all'aria intorno alla parete da trattare, lasciando un'intercapedine tra tale rivestimento e l'oggetto, ed aspirandone l'aria. Il materiale impiegato per il rivestimento impermeabile è un film pesante di polietilene. La differenza di pressione che si stabilisce per effetto dell'aspirazione dell'aria tra le due superfici del polietilene è tale da schiacciare il film sulla parte da trattare, e da risucchiare la soluzione impregnante.

In caso di pioggia o pulizia con acqua sarà necessario attendere prima di procedere alla completa asciugatura del supporto e comunque bisognerà proteggere il manufatto dalla pioggia per almeno 15 giorni dopo l'intervento. Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani facendo attenzione che la seconda venga posta ad essiccamento avvenuto della prima. Il trattamento non dovrà essere effettuato con temperature superiori ai 25°C ed inferiori a 5°C, e si eviterà comunque l'intervento su superfici soleggiate.

## CAPITOLO 2 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI

### Art. 2.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

#### PREMESSA

Ai sensi dell'art. 57, comma 2 del D.Lgs. 36/2023 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

**Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi - D.M. 23 giugno 2022 (G.U. n. 183 del 06.08.2022)**

Le indicazioni contenute in questo articolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale sia in suggerimenti finalizzati alla razionalizzazione degli acquisti ed alla più efficace utilizzazione dei CAM negli appalti pubblici.

Per ogni criterio ambientale sono indicate le "verifiche", ossia la documentazione che l'offerente o il fornitore è tenuto a presentare per comprovare la conformità del prodotto o del servizio al requisito cui si riferisce, ovvero i mezzi di presunzione di conformità che la stazione appaltante può accettare al posto delle prove dirette.

#### **Modalità di consegna della documentazione**

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.

Le modalità di presentazione alla Stazione appaltante di tutta la documentazione richiesta all'appaltatore sono consentite sia in forma elettronica certificata (PEC) che cartacea, opportunamente tracciata dagli uffici preposti alla ricezione.

La stazione appaltante stabilisce di collegare l'eventuale inadempimento delle seguenti prescrizioni a sanzioni e, se del caso, alla previsione di risoluzione del contratto. In merito quindi, si stabilisce quanto segue.

### **CRITERI PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI INTERVENTI EDILIZI**

#### **Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico**

##### **Risparmio idrico**

Verifica Il progetto prevede: l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

In fase di esecuzione lavori, per i sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata è richiesta una dichiarazione del produttore attestante che le caratteristiche tecniche del prodotto (portata) siano conformi, e che tali caratteristiche siano determinate sulla base delle norme di riferimento.

#### **Specifiche tecniche progettuali per gli edifici**

##### **Diagnosi energetica**

Verifica Il progetto riguarda il recupero funzionale di un edificio oggetto di vincolo architettonico e ambientale attualmente non utilizzato da diversi anni.

##### **Impianti di illuminazione per interni**

Verifica Il progetto prescrive quanto previsto dal decreto interministeriale 26 giugno 2015  
Progetto Esecutivo 102

"Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"; il progetto prevede impianti di illuminazione, conformi alla norma UNI EN 12464-1, con le seguenti caratteristiche:

- a. sono dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione con regolazione mediante sistema Dali connesso a sistema di gestione Konnex in grado di effettuare accensione, spegnimento in modo automatico su base oraria e sulla base delle effettive esigenze del locale a seconda del tipo di utilizzo.
- b. Le lampade a LED per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici hanno una durata minima di 50.000 (cinquantamila) ore.

### **Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento**

Verifica Il progetto prevede il completo rifacimento dell'impianto esistente. Le pompe di calore sono ubicate nell'area scoperta contigua agli edifici oggetto di intervento; il locale tecnico dove sono ubicate le macchine per il trattamento dell'aria/areazione forzata è ubicato al piano terra; i terminali degli impianti sono ubicati al di sotto dei banconi per la coltivazione delle piante e sono visivamente protetti da una lamiera microforata removibile. Pertanto tutti gli impianti di riscaldamento e condizionamento risultano facilmente ispezionabili e manutenibili.

### **Illuminazione naturale**

Verifica Criterio verificato considerata la conformazione delle serre, dal momento che la superficie illuminante costituisce la componente prevalente delle pareti delimitanti esterne.

### **Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni**

Verifica Il progetto prevede una ridotta esposizione a campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori ecc., attraverso l'adozione dei seguenti accorgimenti progettuali:

- a. la posa degli impianti elettrici è effettuata secondo lo schema a "stella" o ad "albero" o a "liscia di pesce", mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicini l'uno all'altro;
- b. la posa dei cavi elettrici è effettuata in modo che i conduttori di ritorno siano affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile.

Viene altresì ridotta l'esposizione indoor a campi elettromagnetici ad alta frequenza (RF) generato dai sistemi wi-fi, posizionando gli "access-point" ad altezze superiori a quella delle persone e possibilmente non in corrispondenza di aree caratterizzate da elevata frequentazione o permanenza.

Per gli edifici oggetto del presente decreto continuano a valere le disposizioni vigenti in merito alla protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici all'interno degli edifici adibiti a permanenze di persone non inferiori a quattro ore giornaliere.

### **Radon**

Verifica Il progetto prevede l'inserimento di una guaina al fine di impedire la concentrazione di gas radon esclusivamente nell'ambito del piano terra dove vengono inseriti i servizi igienici e pertanto viene demolita la pavimentazione esistente in acciottolato e viene realizzata una nuova pavimentazione.

### **Piano di manutenzione dell'opera**

Verifica È stato redatto il piano di manutenzione generale dell'opera ed è prevista l'archiviazione della documentazione tecnica riguardante l'edificio. Tale documentazione sarà accessibile al gestore dell'edificio in modo da ottimizzarne la gestione e gli interventi di manutenzione. I documenti da archiviare sono i seguenti:

- Relazione generale;
- Relazioni specialistiche;
- Elaborati grafici;
- Elaborati grafici dell'edificio "come costruito" e relativa documentazione fotografica, inerenti sia alla parte architettonica che agli impianti tecnologici;
- Piano di manutenzione dell'opera.

### **Disassemblaggio e fine vita**

Verifica Il progetto prevede il piano di disassemblaggio e la demolizione selettiva. Tale documento prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoportabile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

L'aggiudicatario redige il piano per il disassemblaggio e la demolizione selettiva, sulla base della norma ISO 20887 "Sustainability in buildings and civil engineering works- Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance", o della UNI/PdR 75 "Decostruzione selettiva - Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare" o sulla

base delle eventuali informazioni sul disassemblaggio di uno o più componenti, fornite con le EPD conformi alla UNI EN 15804, allegando le schede tecniche o la documentazione tecnica del fabbricante dei componenti e degli elementi prefabbricati che sono recuperabili e riciclabili. La terminologia relativa alle parti dell'edificio è in accordo alle definizioni della norma UNI 8290-1.

## Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

### **Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)**

Verifica Il progetto per le categorie dei seguenti materiali:

- pitture e vernici per interni;
- pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
- adesivi e sigillanti;
- rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
- pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- controsoffitti;
- schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.
- rispetta le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella sottostante tabella.

Limite di emissione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 28 giorni	
Benzene	1 (per ogni sostanza)
Tricloroetilene (trielina)	
di-2-etilesilftalato (DEHP)	
Dibutylftalato (DBP)	
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

L'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegate una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

### **Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati**

Verifica Il progetto prevede che i calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati abbiano un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua (acqua efficace e acqua di assorbimento). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegate una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

### **Acciaio**

Verifica Il progetto prevede che per gli usi strutturali sia utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Per gli usi non strutturali sia utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materie



riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine "acciaio da forno elettrico legato" si intendono gli "acciai inossidabili" e gli "altri acciai legati" ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli "acciai alto legati da EAF" ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegate una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

### **Laterizi**

**Verifica** Il progetto prevede che i laterizi usati per muratura e solai abbiano un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto. I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista hanno un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 7,5% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegate una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

### **Prodotti legnosi**

**Verifica** Il progetto prevede che tutti i prodotti in legno utilizzati provengano da foreste gestite in maniera sostenibile come indicato nel punto "a" se costituiti da materie prime vergini, come nel caso degli elementi strutturali, o rispettare le percentuali di riciclato come indicato nel punto "b" se costituiti prevalentemente da materie prime seconde, come nel caso degli isolanti.:

- a. Per la prova di origine sostenibile ovvero responsabile: Una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantisca il controllo della «catena di custodia», quale quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC);

Per il legno riciclato, una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che attesti almeno il 70% di materiale riciclato, quali: FSC® Riciclato ("FSC® Recycled") che attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato, oppure "FSC® Misto" ("FSC® Mix") con indicazione della percentuale di riciclato con il simbolo del Ciclo di Moebius all'interno dell'etichetta stessa o l'etichetta Riciclato PEFC che attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato. Il requisito può essere verificato anche con i seguenti mezzi di prova: certificazione ReMade in Italy® con indicazione della percentuale di materiale riciclato in etichetta; Marchio di qualità ecologica Ecolabel EU.

Criterio non applicabile all'edificio oggetto di vincolo architettonico e ambientale; il progetto non prevede l'utilizzo di prodotti legnosi.

### **Isolanti termici ed acustici**

**Verifica** Il progetto prevede che gli isolanti, con esclusione di eventuali rivestimenti, carpenterie metalliche e altri possibili accessori presenti nei prodotti finiti, così costituiti:

- a. da uno o più materiali isolanti. Nel qual caso ogni singolo materiale isolante utilizzato, rispetta i requisiti qui previsti;
- b. da un insieme integrato di materiali non isolanti e isolanti, p.es laterizio isolante rispettino i requisiti qui previsti.
- c. i materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio, esclusi, quindi, quelli usati per l'isolamento degli impianti, devono possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. La marcatura CE prevede la dichiarazione delle caratteristiche essenziali riferite al Requisito di base 6 "risparmio energetico e ritenzione del calore". In questi casi il produttore indica nella DoP, la conduttività termica con valori di  $\lambda$  dichiarati  $\lambda_D$  (o resistenza termica  $R_D$ ). Per i prodotti pre-acoppiati o i kit è possibile fare riferimento alla DoP dei singoli materiali isolanti termici presenti o alla DoP del sistema nel suo complesso. Nel caso di marcatura CE tramite un ETA, nel periodo transitorio in cui un ETA sia in fase di rilascio oppure la pubblicazione dei relativi riferimenti dell'EAD per un ETA già rilasciato non sia ancora avvenuta sulla GUUE, il materiale ovvero componente può essere utilizzato purché il

fabbricante produca formale comunicazione del TAB (Technical Assessment Body) che attesti lo stato di procedura in corso per il rilascio dell'ETA e la prestazione determinata per quanto attiene alla sopracitata conduttività termica (o resistenza termica).

- d. non sono aggiunte sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento.
- e. non sono prodotti con agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;
- f. non sono prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- g. se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- h. se costituiti da lane minerali, sono conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.;
- i. se sono costituiti da uno o più dei materiali elencati nella seguente tabella, tali materiali devono contenere le quantità minime di materiale riciclato ovvero recuperato o di sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso, come somma delle tre frazioni. I materiali isolanti non elencati in tabella si possono ugualmente usare e per essi non è richiesto un contenuto minimo di una delle tre frazioni anzidette.

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere <sup>7</sup>	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore in fase di approvvigionamento dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

- in mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.
- per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.

#### **Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti**

Verifica Il progetto prevede che le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, abbiano un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. I materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi".

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegare una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

#### **Murature in pietrame e miste**

Verifica Il progetto, per murature in pietrame e miste, prevede l'uso, di solo materiale riutilizzato o di recupero (pietrame e blocchetti).

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri e documentazione che attesti la provenienza di tale materiale di recupero.

#### **Pavimenti**

##### **Pavimentazioni dure**

Verifica Il progetto prevede che le piastrelle di ceramica siano conformi almeno ai seguenti criteri inclusi nella Decisione 2009/607/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure, e s.m.i:

1. Estrazione delle materie prime
- 2.2. Limitazione della presenza di alcune sostanze negli additivi (solo piastrelle smaltate), quali metalli pesanti come piombo, cadmio e antimonio
- 4.2. Consumo e uso di acqua
- 4.3. Emissioni nell'aria (solo per i parametri Particolato e Fluoruri)
- 4.4. Emissioni nell'acqua
- 5.2. Recupero dei rifiuti
- 6.1. Rilascio di sostanze pericolose (solo piastrelle vetrificate)

A partire dal primo gennaio 2024, le piastrelle di ceramica dovranno essere conformi ai criteri inclusi nella Decisione 2021/476 che stabilisce i criteri per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) ai prodotti per coperture dure.

Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore in fase di approvvigionamento dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

il Marchio Ecolabel UE o equivalente;

una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

In mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

#### **Tubazioni in PVC e Polipropilene**

Verifica Il progetto prevede che le tubazioni in PVC e polipropilene siano prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Ai fini della verifica l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto di tali parametri. Alla dichiarazione dovranno essere allegare una o più certificazioni rispondenti alla normativa e rilasciate da enti autorizzati ed in corso di validità.

#### **Pitture e vernici**

Verifica Il progetto prevede che le pitture e vernici rispondano ad uno o più dei seguenti requisiti:

- a. rechino il marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;
- b. non contengano alcun additivo a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determini una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla

vernice secca.

- c. non contengano sostanze ovvero miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411 ai sensi del regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP) e s.m.i.

Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore in fase di approvvigionamento accerti la rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del criterio sopra esposto. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

-

## **Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere**

### **Prestazioni ambientali del cantiere**

Verifica Il progetto prevede che le attività di preparazione e conduzione del cantiere, per quanto compatibili, prevedano le seguenti azioni:

- a. individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.
- b. definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storicoculturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;
- c. rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
- d. protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;
- e. disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);
- f. definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);
- g. fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- h. definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine UE 2020/1040);
- i. definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- j. definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- k. definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- l. definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di

eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;

- m. definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- n. misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
- o. misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).

Si rimanda per la verifica al PSC redatto per il presente cantiere.

### **Demolizione selettiva, recupero e riciclo**

**Verifica** Il progetto prevede che, per quanto compatibili e fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, la demolizione degli edifici venga eseguita in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale. Nei casi di ristrutturazione manutenzione e demolizione, il progetto prevede, a tal fine, che, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti di cui all'art. 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152. Il progetto stima la quota parte di rifiuti che potrà essere avviato a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. A tal fine si è fatto riferimento ai seguenti documenti: "Orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici" della Commissione Europea, 2018; raccomandazioni del Sistema nazionale della Protezione dell'Ambiente (SNPA) "Criteri ed indirizzi tecnici condivisi per il recupero dei rifiuti inerti" del 2016; UNI/PdR 75 "Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare". Tale stima include le seguenti:

- a. valutazione delle caratteristiche dell'edificio;
- b. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- c. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
- d. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione;

Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.
- c. In caso di edifici storici per fare la valutazione del materiale da demolire o recuperare è fondamentale effettuare preliminarmente una campagna di analisi conoscitiva dell'edificio e dei materiali costitutivi per determinarne, tipologia, epoca e stato di conservazione. Il progetto individua le seguenti categorie di rifiuti:

- rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di preparazione per il riutilizzo, impiegati nello stesso cantiere oppure, ove non fosse possibile, impiegati in altri cantieri;
- rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di riciclo o ad altre forme di recupero;
- le frazioni miste di inerti e rifiuti (codice EER 170107 e 170904) derivanti dalle demolizioni di opere per le quali non è possibile lo smontaggio e la demolizione selettiva, che sono avviati ad impianti per la produzione di aggregati riciclati.
- In considerazione del fatto che, in fase di demolizione selettiva, potrebbero rinvenirsi categorie di rifiuti differenti da quelle indicate (dovute ai diversi sistemi costruttivi e materiali ovvero componenti impiegati nell'edificio), è sempre suggerita l'adozione di tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad avviare il maggior quantitativo di materiali non pericolosi a riciclo e ad altre operazioni di recupero.
- Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore applichi i requisiti sopra definiti nell'esecuzione dell'intervento.

### **Conservazione dello strato superficiale del terreno**

**Verifica** Fermo restando la gestione delle terre e rocce da scavo in conformità al decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120, dal momento che verranno effettuati movimenti di terra (scavi, splateamenti o altri interventi sul suolo esistente), il progetto prevede la rimozione e l'accantonamento

del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde. Per primo strato del terreno si intende sia l'orizzonte "O" (organico) del profilo pedologico sia l'orizzonte "A" (attivo), entrambi ricchi di materiale organico e di minerali che è necessario salvaguardare e utilizzare per le opere a verde.

Nel caso in cui il profilo pedologico del suolo non sia noto, il progetto include un'analisi pedologica che determini l'altezza dello strato da accantonare (O e A) per il successivo riutilizzo. Il suolo rimosso dovrà essere accantonato in cantiere separatamente dalla matrice inorganica che invece è utilizzabile per rinterri o altri movimenti di terra, in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato nelle aree a verde nuove o da riqualificare.

Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore presenti un'analisi pedologica per l'individuazione del primo strato da accantonare e la relativa relazione specialistica che dimostri la conformità al criterio.

### **Rinterri e riempimenti**

Verifica Il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al precedente criterio "2.6.3-Conservazione dello strato superficiale del terreno", proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, che siano conformi ai parametri della norma UNI 11531-1. Per i riempimenti con miscele betonabili (ossia miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), sia utilizzato almeno il 70% di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242 e con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della UNI 11104. Per i riempimenti con miscele legate con leganti idraulici, di cui alla norma UNI EN 14227-1, è utilizzato almeno il 30% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.

Ai fini della verifica si prescrive che l'appaltatore utilizzi materiali conformi alle pertinenti specifiche tecniche di cui al capitolo "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione" e che le percentuali di riciclato indicate, siano verificate secondo quanto previsto al paragrafo "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione".

Per le miscele (betonabili o legate con leganti idraulici), oltre alla documentazione di verifica prevista nei pertinenti criteri, viene richiesto all'appaltatore di presentare anche la documentazione tecnica del fabbricante per la qualifica della miscela.

## **CRITERI PER L'AFFIDAMENTO DEI LAVORI PER INTERVENTI EDILIZI**

### **Clausole contrattuali per le gare di lavori per interventi edilizi**

#### **Personale di cantiere**

Verifica Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) sia adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà allegare alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a presentare idonea documentazione attestante la formazione del personale con compiti di coordinamento, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, da cui risulti che il personale ha partecipato ad attività formative inerenti ai temi elencati nel criterio etc. oppure attestante la formazione specifica del personale a cura di un docente esperto in gestione ambientale del cantiere, svolta in occasione dei lavori. In corso di esecuzione del contratto, il direttore dei lavori verificherà la rispondenza al criterio.

#### **Macchine operatrici**

Verifica Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che l'aggiudicatario si impegna a impiegare motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024. La fase minima impiegabile in cantiere sarà la fase IV a decorrere dal gennaio 2026, e la fase V (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040) a decorrere dal gennaio 2028.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà allegare alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a impiegare macchine operatrici come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, i manuali d'uso e manutenzione, ovvero i libretti di immatricolazione quando disponibili, delle macchine utilizzate in cantiere per la verifica della Fase di appartenenza. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dal Direzione Lavori alla Stazione Appaltante.

### **Grassi ed oli lubrificanti per i veicoli utilizzati durante i lavori**

#### **Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione**

Verifica Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti, il cui rilascio nell'ambiente può essere solo accidentale e che dopo l'utilizzo possono essere

recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- Grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
  - Grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
  - Grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.
- per essere utilizzati, devono essere compatibili con i veicoli cui sono destinati. Tenendo conto delle specifiche tecniche emanate in conformità alla Motor Vehicle Block Exemption Regulation (MVBEX) e laddove l'uso dei lubrificanti biodegradabili ovvero minerali a base rigenerata non sia dichiarato dal fabbricante del veicolo incompatibile con il veicolo stesso e non ne faccia decadere la garanzia, la fornitura di grassi e oli lubrificanti è costituita da prodotti biodegradabili ovvero a base rigenerata conformi alle specifiche tecniche di cui ai successivi criteri 3.1.3.2 e 3.1.3.3 o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE) o etichette equivalenti.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà verificare le indicazioni del costruttore del veicolo contenute nella documentazione tecnica "manuale di uso e manutenzione del veicolo".

### **Grassi ed oli biodegradabili**

**Verifica** Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che i grassi ed oli biodegradabili devono essere in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) o altre etichette ambientali conformi alla UNI EN ISO 14024, oppure devono essere conformi ai seguenti requisiti ambientali.

#### **a. Biodegradabilità**

I requisiti di biodegradabilità dei composti organici e di potenziale di bioaccumulo devono essere soddisfatti per ogni sostanza, intenzionalmente aggiunta o formata, presente in una concentrazione  $\geq 0,10\%$  p/p nel prodotto finale. Il prodotto finale non contiene sostanze in concentrazione  $\geq 0,10\%$  p/p, che siano al contempo non biodegradabili e (potenzialmente) bioaccumulabili. Il lubrificante può contenere una o più sostanze che presentino un certo grado di biodegradabilità e di bioaccumulo secondo una determinata correlazione tra concentrazione cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze e biodegradabilità e bioaccumulo così come riportato in tabella 1.

	OLI	GRASSI
Rapidamente biodegradabile in condizioni aerobiche	$>90\%$	$>80\%$
Intrinsecamente biodegradabile in condizioni aerobiche	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
Non biodegradabile e non bioaccumulabile	$\leq 5\%$	$\leq 15\%$
Non biodegradabile e bioaccumulabile	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,1\%$

tabella 1. Limiti di percentuale cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze presenti nel prodotto finale in relazione alla biodegradabilità ed al potenziale di bioaccumulo

#### **b. Bioaccumulo**

Non occorre determinare il potenziale di bioaccumulo nei casi in cui la sostanza:

- ha massa molecolare (MM)  $> 800$  g/mol e diametro molecolare  $> 1,5$  nm ( $> 15$  Å), oppure
- ha un coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua ( $\log K_{ow}$ )  $< 3$  o  $> 7$ , oppure
- ha un fattore di bioconcentrazione misurato (BCF)  $\leq 100$  l/kg, oppure
- è un polimero la cui frazione con massa molecolare  $< 1\,000$  g/mol è inferiore all'1 %.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà allegare alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, dovrà presentare al direttore dei lavori l'elenco di prodotti con indicazione della denominazione sociale del produttore, la denominazione commerciale del prodotto e l'etichetta ambientale posseduta. Nel caso in cui il prodotto non sia in possesso del marchio Ecolabel (UE) sopra citato, ma di altre etichette ambientali UNI EN ISO 14024, devono essere riportate le caratteristiche, anche tecniche, dell'etichetta posseduta.

### **Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata**

**Verifica** Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che i grassi e gli oli lubrificanti, rigenerati, che sono costituiti, in quota parte, da oli derivanti da un processo di rigenerazione di oli minerali esausti, devono contenere almeno le seguenti quote minime di base lubrificante rigenerata sul peso totale del prodotto, tenendo conto delle funzioni d'uso del prodotto stesso di cui alla successiva tabella.

Nomenclatura combinata-NC	Soglia minima base rigenerata %
NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

I grassi e gli oli lubrificanti la cui funzione d'uso non è riportata nella tabella sopra riportata devono contenere almeno il 30% di base rigenerata.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà allegare alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, dovrà presentare, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti secondo quanto previsto dall'art. 80 del D.lgs n. 36 del 31/03/2023.

#### **Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti (biodegradabili o a base rigenerata)**

Verifica Il presente Capitolato speciale d'appalto prescrive che l'imballaggio in plastica primario degli oli lubrificanti dovrà essere costituito da una percentuale minima di plastica riciclata pari al 25% in peso.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà allegare alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con la certificazione attestante il contenuto di riciclato quale ReMade in Italy® o Plastica Seconda Vita. I prodotti con l'etichetta ecologica Ecolabel (UE) sono conformi al criterio.

#### **Criteri premianti per l'affidamento dei lavori**

##### **Sistemi di gestione ambientale**

Verifica Il presente Capitolato speciale d'appalto prevede l'attribuzione di un punteggio premiante all'operatore economico che dimostra la propria capacità di gestire gli aspetti ambientali dell'intero processo (predisposizione delle aree di cantiere, gestione dei mezzi e dei macchinari, gestione del cantiere, gestione della catena di fornitura ecc.) attraverso il possesso della registrazione sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), regolamento (CE) n. 1221/2009, o della certificazione secondo la norma tecnica UNI EN ISO 14001.

Ai fini della verifica l'appaltatore dovrà essere in possesso della Certificazione secondo la norma tecnica UNI EN ISO 14001 in corso di validità o registrazione EMAS secondo il regolamento (CE) n. 1221/2009 sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), o altra prova secondo quanto previsto dall'allegato II.13 del D.lgs n. 36 del 31/03/2023.

### **CAPITOLO 3 – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORI**

#### **Art. 3.1**

#### **OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE**

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in



cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

## **Art. 3.2**

### **DEMOLIZIONI EDILI e RIMOZIONI**

#### **Generalità**

La demolizione dovrà essere eseguita con oculata e prudente opera di scomposizione, con rimozione delle parti elementari di cui ciascuna struttura è costituita procedendo nell'ordine inverso a quello seguito nella costruzione, sempre presidiando le masse con opportuni mezzi capaci di fronteggiare i mutamenti successivi subiti dall'equilibrio statico delle varie membrature, durante la demolizione.

La demolizione di opere in muratura, in calcestruzzo, ecc., sia parziale che completa, deve essere eseguita con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue strutture, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o danni collaterali.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite, a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, dovranno essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto che nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'articolo 36 del D.M. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto con i prezzi indicati nell'elenco approvato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni dovranno essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

E' obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel suo complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne, con ogni completezza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., ed essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possano presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni, anche se queste evenienze dipendano, ad esempio, da particolarità di costruzione, da modifiche apportate successivamente alla costruzione originaria, dallo stato di conservazione delle murature, conglomerati e malte, dallo stato di conservazione delle armature metalliche e loro collegamenti, dallo stato di conservazione dei legnami, da fatiscenza, da difetti costruttivi e statici, da contingenti condizioni di equilibrio, da possibilità di spinta dei terreni sulle strutture quando queste vengono scaricate, da cedimenti nei terreni di fondazione, da azioni reciproche tra le opere da demolire e quelle adiacenti, da danni causati da sisma, ecc., adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che le strutture presentassero sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura, sia per quanto riguarda il pubblico transito che per quello degli addetti ai lavori.

In corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune ed idonee opere per proteggere i passaggi stessi da eventuale caduta di materiali dall'alto; le predette protezioni dovranno essere adeguate alle necessità e conformi alle prescrizioni dei regolamenti comunali locali.

Qualora il materiale venga convogliato in basso per mezzo di canali, dovrà essere vietato l'accesso alla zona di sbocco quando sia in corso lo scarico: tale divieto dovrà risultare da appositi evidenti cartelli.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, gas,

acqua, ecc. esistenti nell'area dei lavori; a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società od Enti erogatori. Se necessario, i serbatoi e le tubazioni dovranno essere vuotati e dovrà essere effettuata la chiusura dell'attacco delle fognature.

Dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti suddetti anche nelle demolizioni parziali o di limitata estensione; ciò data la possibile presenza di conduttori e canalizzazioni incassati od interrati.

Le reti elettriche disposte per la esecuzione dei lavori dovranno essere bene individuabili ed idoneamente protette.

Tutti i vani di balconi, finestre, scale, ascensori, ecc., dovranno essere sbarrati al momento stesso in cui vengono tolti i parapetti o gli infissi.

Sulle zone di solai parzialmente demoliti dovranno essere disposte delle passerelle di tavole.

Tra i materiali di risulta dovranno sempre essere lasciati passaggi sufficientemente ampi, avendo cura che non vi sporgano parti pericolose di legno, ferro, ecc.; i chiodi lungo questi passaggi dovranno essere eliminati. I predetti passaggi dovranno essere tali che in ogni posizione di lavoro la via di fuga sia sempre facile ed evidente.

### 3.2.1 Premessa progettuale

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione si procederà all'analisi ed alla verifica della struttura da demolire verificando in particolare:

- la localizzazione;
- la destinazione funzionale;
- l'epoca a cui risale l'opera;
- i materiali costruttivi dell'opera;
- la tipologia costruttiva dell'opera.

Analizzate le opere del manufatto sarà necessario definirne l'entità della demolizione e le condizioni ambientali in cui si andrà ad operare, in base a:

- dimensione dell'intervento;
- altezza e dimensione in pianta dei manufatti da demolire;
- ambiente operativo;
- accessibilità del cantiere;
- spazio di manovra;
- presenza di altri edifici.

### 3.2.2 Demolizione manuale e meccanica

La demolizione dovrà avvenire con l'utilizzo di attrezzature e macchine specializzate:

- attrezzi manuali,
- macchine di piccole dimensioni adatte ad esempio per ambienti interni (demolizione manuale),
- macchine radiocomandate se in ambienti ostili (demolizione meccanica),
- grandi macchine munite di appositi strumenti di frantumazione o taglio.

In ampi spazi sarà possibile l'uso di escavatori a braccio alto (high reach) per la demolizione di strutture di notevole altezza, o di escavatori da demolizione per strutture meno estese verticalmente.

Tutti gli attrezzi e le macchine, a prescindere dal tipo di controllo (manuale o meccanizzato), dovranno essere in ottimo stato di efficienza e manutenzione e rispettare i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme UNI di riferimento (UNI EN ISO 11148).

Salvo l'osservanza delle Leggi e dei Regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

### 3.2.3 Demolizione progressiva selettiva

La demolizione selettiva non sarà intesa come una unica fase di lavoro che porterà sostanzialmente

all'abbattimento di un manufatto, edificio, impianto, ecc. e alla sua alienazione, ma dovrà essere pensata come un processo articolato che porti alla "scomposizione" del manufatto nelle sue componenti originarie.

Le fasi del processo di demolizione selettiva si articoleranno almeno come di seguito:

- *Pianificazione*

- Effettuare tutti i rilievi e le indagini necessarie a caratterizzare qualitativamente e quantitativamente i materiali presenti nel manufatto da demolire;
- individuare i materiali potenzialmente pericolosi presenti e predisporre le fasi di lavoro per la rimozione sicura;
- individuare le componenti o gli elementi reimpiegabili con funzioni uguali o differenti da quelle di origine;
- individuare e quantificare le materie prime secondarie reimpiegabili come materiale uguale a quelli di origine dopo processi di trattamento ma con diversa funzione e forma;
- individuare e quantificare le materie prime secondarie diverse dal materiale di origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento come materiale diverso da quello di origine;
- organizzare il cantiere in funzione degli stoccaggi temporanei dei materiali separati per tipologia;
- pianificare le operazioni di trasporto dei materiali separati.

- *Bonifica*

- Rimozione MCA friabile o compatto;
- rimozione coibenti a base di fibre minerali e ceramiche;
- bonifica serbatoi interrati;
- bonifica circuiti di alimentazione macchine termiche (caldaia, condizionatori, ecc.);

- *Strip out (smontaggio selettivo)*

- Smontaggio elementi decorativi e impiantistici riutilizzabili;
- Smontaggio di pareti continue;
- Smontaggio di coperture e orditure in legno (se riutilizzabili);
- Eliminazione di arredi vari;
- Smontaggio e separazione di vetri e serramenti;
- Smontaggio e separazione impianti elettrici;
- Eliminazione di pavimentazioni in materiali non inerti (es. linoleum, resine, moquette), controsoffitti, pavimenti galleggianti e rivestimenti vari;

- *Demolizione primaria*

- Eliminazione di tavolati interni in laterizio (se la struttura principale e le tamponature esterne realizzate in c.a.);
- eliminazione eventuali tamponature esterne se realizzate in laterizio su struttura portante in c.a.;
- eliminazione del manto di copertura (guaine, rivestimenti, tegole, ecc.);
- eliminazione selettiva delle orditure di sostegno della copertura (legno, carpenteria, latero-cemento, ecc.);
- demolizione primaria delle strutture portanti fino alle fondazioni;

- *Demolizione secondaria*

- Deferrizzazione;
- riduzione volumetrica;
- caratterizzazione;
- stoccaggio e trasporto.

Si procederà con la rimozione controllata di parti di struttura, mantenendo staticamente efficienti le parti rimanenti. Questa metodologia potrà essere utilizzata nei casi in cui lo spazio delle operazioni è limitato: es. rimozione di partizioni interne, controsoffitti, porzioni strutturali, ecc.

### 3.2.4 Rimozione di elementi

Laddove sia necessario si procederà alla rimozione o asportazione di materiali e/o corpi d'opera insiti nell'edificio oggetto di intervento. La rimozione di tali parti di struttura potrà essere effettuata per de-costruzione e smontaggio.

Alcuni materiali potranno essere reimpiegati nell'ambito dello stesso cantiere, se espressamente richiesto o autorizzato dalla Direzione Lavori, ovvero, previo nulla osta della Stazione appaltante, potranno essere messi a disposizione dell'appaltatore per altri siti.

### 3.2.5 Prescrizioni particolari per la demolizione di talune strutture

Per le demolizioni di murature si provvederà ad operare a partire dall'alto e solo per quelle per le quali siano venute meno le condizioni di esistenza. Data la posizione degli operatori, fatte salve tutte le prescrizioni generali già citate, particolare attenzione sarà presentata agli elementi provvisori (cavalletti, trabattelli, ecc.), agli indumenti di sicurezza degli operatori, nonché allo sbarramento dei luoghi limitrofi.

**Solai piani** - Demoliti e rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine, l'Appaltatore, nel caso che non si dovessero dismettere i travetti, provvederà a far predisporre degli idonei tavolati di sostegno per gli operai.

I travetti dovranno essere sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio dei travetti.

Le solette monolitiche in cemento armato prive di una visibile orditura principale, dovranno essere puntellate allo scopo di accertare la disposizione dei ferri di armatura.

L'Appaltatore dovrà, altresì, evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

Per la demolizione di solai si provvederà ad organizzare una struttura di presidio di puntelli superiore ed inferiore, in particolare i primi costituiti da tavoloni da ponte o da quadri disposti in direzione trasversale alle travi. Per le demolizioni di scale si provvederà ad organizzare una struttura di presidio composta da puntelli ed elementi di ripartizione inferiore e superiore per la demolizione di finte volte e controsoffitti. Si opererà dal basso, organizzando dei piani di lavoro ad una certa altezza; questi potranno essere o fissi o mobili ed in tal caso saranno resi stabili da opportuni stabilizzatori. In particolare, si sottolinea, la prescrizione che gli operatori indossino elmetti di protezione, calzature di sicurezza e occhiali per evitare il contatto di materiale pericoloso (tavole chiodate, schegge). Per la demolizione delle voltine o tavole in laterizio si provvederà allo sbarramento dei luoghi sottostanti e addirittura alla realizzazione di un tavolato continuo, al fine di realizzare una struttura di protezione contro il rischio di caduta di pezzi anche di una certa consistenza. Successivamente alla rimozione della sovrastruttura ed allo smuramento delle travi, queste saranno imbracate con funi, saranno opportunamente tagliati agli estremi e trasferiti in siti da cui saranno in un secondo tempo allontanati.

E' assolutamente da evitare che durante l'opera demolitrice mediante mezzi pneumatici, si creino delle condizioni di squilibrio della massa strutturale.

### Art. 3.2.6 TECNICHE DI DEMOLIZIONE E RIMOZIONE

La scelta della tecnica di demolizione e rimozione più appropriata dipenderà da diversi fattori. Alcuni aspetti che si dovranno valutare nell'ambito della scelta sono i seguenti:

- a) sicurezza degli operatori e incolumità pubblica
- b) aspetti ambientali
- c) aspetti economici
- d) tempistiche
- e) aspetti fisici relativi all'immobile.

Anche se la prescrizione ottimale sarà la meccanizzazione dell'intervento, in alcuni casi potrà configurarsi necessario o conveniente intervenire in modo manuale.

La casistica più ricorrente annovera le seguenti operazioni:

- riduzione di grossi elementi di carpenterie metalliche non accessibili alle macchine
- recupero di parti impiantistiche (es. valvole, tubi, cavi ecc.)
- recupero di piccole attrezzature impiantistiche
- recupero cavi e strumentazioni
- esecuzione di tagli e fori in solette, muri ecc.
- rimozione di parti secondarie quali controsoffitti, infissi ecc.
- demolizioni localizzate di parti strutturali.

La scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare avverrà in relazione alle disponibilità di accesso e agli spazi di manovra dell'area di intervento ed in accordo tra l'Appaltatore e la Direzione lavori. In caso di disaccordo su tali scelte, sarà la Direzione lavori a prescrivere le caratteristiche in relazione alle esigenze del cantiere.

Le attrezzature tipicamente utilizzate consisteranno in:

- seghe a disco diamantato e mototroncatrici a catena diamantata

- martelli pneumatici o elettrici
- cannelli ossiacetilenici
- arnesi manuali.

Quando le demolizioni saranno da eseguirsi in ambito urbano si utilizzerà una tecnica detta "floor-by-floor" che consiste nell'uso di macchine di piccola e media taglia e di attrezzi manuali per la demolizione controllata di porzioni strutturali piano per piano sino a terra o a quota idonea alle macchine di demolizione a terra, tipicamente escavatori da demolizione.

#### **Art. 3.2.6.1 Taglio**

Il taglio di elementi in cemento armato, pietra, muratura e simili, deve consentire di forare solette di pavimenti per l'apertura di vani scale, pianerottoli per la posa di ascensori e varchi di qualunque genere. Il taglio dovrà essere effettuato con macchine idonee e con requisiti di sicurezza conformi alla norma UNI EN 12418, dotate di filo o disco diamantato e/o carotaggio e potranno essere utilizzate anche per l'apertura di porte, finestre e simili, di rostri, monoliti, diaframmi divisorii, ecc.

Il taglio servirà per ottenere con massima precisione prevalentemente tagli non circolari, contrariamente al carotaggio, di qualsiasi materiale e spessore. Con il taglio-filo e il pantografo si potranno ottenere anche tagli semicircolari per l'esecuzione di tagli ad arco.

##### **3.2.6.1.1) Taglio con seghe a filo diamantato**

Il taglio con sega a filo diamantato opererà con l'ausilio di una puleggia rotante in grado di mettere in movimento un circuito di filo di acciaio con inanellate perle di diamante industriale distanziate tra loro da piccole molle d'acciaio ricoperte di plastica.

L'uso di tale tecnica sarà richiesto e autorizzato dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- taglio di edifici, balconi, scale e grosse strutture in cemento armato
- demolizioni di ponti, viadotti, impianti sportivi, dighe, diaframmi, ecc.
- taglio di strutture in cemento armato e muratura di elevato spessore
- per suddividere in blocchi di varie dimensioni le strutture da demolire o dividere la parte da distruggere con martelli demolitori o altri mezzi da quella che deve rimanere in opera senza subire percussioni e vibrazioni dannose
- apertura di vani su strutture di elevato spessore, per passaggi ed impiantistica.

Dovrà essere possibile l'esecuzione di tagli ad arco o circolari di grande diametro, su strutture di grosso spessore, la possibilità di operare anche da una sola parte della struttura (se l'altra è inaccessibile), e di operare in spazi di ampiezza anche limitata.

La perforazione potrà essere eseguita tramite una macchina a forma di compasso che, montata in una preventiva perforazione (fulcro) consente al sistema di ruotare.

Il filo diamantato, abbracciando il manufatto ed inserito in un secondo foro distante la lunghezza del raggio, verrà trascinato da piccole pulegge all'interno della struttura tubolare consentendo il taglio del materiale nella posizione voluta e ricavare aperture circolari e semicircolari sia in orizzontale che in verticale. La perforazione potrà essere eseguita tramite una macchina a forma di compasso che, montata in una preventiva perforazione (fulcro) consente al sistema di ruotare.

Il filo diamantato, abbracciando il manufatto ed inserito in un secondo foro distante la lunghezza del raggio, verrà trascinato da piccole pulegge all'interno della struttura tubolare consentendo il taglio del materiale nella posizione voluta e ricavare aperture circolari e semicircolari sia in orizzontale che in verticale.

Tutte le attrezzature utilizzate dovranno essere in ottimo stato di efficienza e manutenzione e rispettare i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme UNI di riferimento (UNI EN 15163).

##### **3.2.6.1.1) Taglio di pareti**

Il taglio con sega a disco diamantato opererà con l'ausilio di particolari guide metalliche fissate con caviglie sulle strutture, parallelamente alla linea del taglio. Sulla guida scorrerà un telaio-sega che utilizza come utensile tagliente un disco diamantato in rotazione raffreddato ad acqua.

L'uso di tale tecnica sarà richiesto e autorizzato dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- su strutture in conglomerato cementizio armato

- laddove è necessaria precisione di taglio
- laddove la struttura resterà a vista
- per tagli a filo parete, soffitto o pavimento
- per separare una struttura da demolire con il martello da una che deve rimanere in sito
- apertura di vani per porte, finestre, scale ed impianti
- taglio di rampe di scale e pianerottoli per la posa in opera di ascensori
- giunti su fabbricati, vasche, canali, terrazze, strutture
- abbattimento di barriere architettoniche, ecc.

La larghezza di taglio potrà variare da un minimo di 4 a 10 mm, mentre la profondità fino ad un massimo di 100 cm, con dischi diamantati raffreddati ad acqua e di diametro non superiore ai 2200 mm circa.

Dovrà essere possibile il taglio di superfici eventualmente irregolari e anche leggermente curve con taglio normale alla parete o angolato, in condizioni di sicurezza conformi alla norma UNI EN 15027 e di rumorosità sanabili con l'uso di cuffie e/o dpi antirumore in dotazione al singolo operatore.

#### **3.2.6.1.1) Taglio di pavimenti**

Il taglio con sega da pavimento a disco diamantato (taglia-pavimenti) opererà con avanzamento manuale o automatico tagliando pavimentazioni, asfalto e cemento armato a varie profondità.

L'uso di tale tecnica sarà richiesto e autorizzato dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- su strade, piazzali e simili
- su solai e pavimentazioni industriali
- su manti stradali per la creazione di scavi per la posa di fognature, condotte impiantistiche, cavidotti, ecc.
- realizzazione di giunti di contrazione e strutturali

Dovrà essere possibile una larghezza di taglio variabile da un minimo di 4 a 10 mm, mentre la profondità fino ad un massimo di 100 cm, con dischi diamantati preferibilmente raffreddati ad acqua. Se specificamente richiesto dalla Direzione lavori, ovvero dall'intervento da realizzare, potrà essere richiesto di montare più di un disco sullo stesso asse o su assi separati per eseguire tagli multipli (grooving) con la macchina operatrice ed autocomandare la macchina con guide elettroniche.

L'operatore assegnato all'uso dell'attrezzatura o macchina da taglio dovrà essere specializzato ed operare con buona precisione anche su superfici eventualmente irregolari o con tagli angolari. Le condizioni di sicurezza saranno conformi alla norma UNI EN 13862 mentre quelle di rumorosità dovranno essere sanabili con l'uso di cuffie e/o dpi antirumore in dotazione al singolo operatore.

#### **3.2.6.1.2) Taglio con carotatrici**

La realizzazione di fori passanti (carotaggio), leggermente sovrapposti fra loro, lungo una linea, determinerà un taglio che separerà nettamente la struttura interessata dalla parte restante.

L'uso di tale tecnica sarà autorizzato dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- su strutture in cemento anche molto armato
- in ambienti di ridotte dimensioni dove si escludono percussioni ed eccessivo rumore
- quando si dispone di poca energia elettrica
- dove il manufatto è accessibile solo da una parte
- se indisponibili macchine da taglio più veloci
- apertura di vani per porte, finestre, scale, passaggi di tubazioni per impianti, ecc.
- demolizioni di caveau, distacchi di porte blindate, incassi per pulsantiere, solai sospesi, inghisaggi
- fori per inserire spaccaroccia meccanici.

Le operazioni dovranno garantire assenza di vibrazioni dannose e di polvere, operatività anche in posizioni difficili ed in ambienti angusti, perforazioni anche su strutture di forte spessore e buona precisione.

#### **3.2.6.1.3) Taglio con troncatrici manuali**

La troncatrice manuale (o flex) permetterà di tagliare con discreta precisione o creare incassi in strutture diverse fino a 400 mm di profondità su materiali di vario genere, muratura o calcestruzzo compresi ed a seconda dell'attrezzatura utilizzata.

L'uso di tale tecnica sarà autorizzata dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- taglio di manufatti edili e non
- tracce per impianti, incassi, giunti ed interventi puntuali
- pretagli da approfondire con seghe a catena
- tagli di dimensione contenuta.

A seconda dell'esigenza strutturale individuata, potranno essere prescritte attrezzature dalla dimensione e peso idonei al tipo di intervento:

- macchine costituite da motore elettrico
- macchine con motore a scoppio, ad aria compressa ed idraulico.

Tutti i tipi di macchine utensili autorizzate dovranno garantire i requisiti di sicurezza previsti dalla norma UNI EN ISO 19432 oltre che l'assenza di vibrazioni dannose, massima maneggevolezza e discreta precisione.

#### **Art. 3.2.6.2 Frantumazione**

La frantumazione è una tecnica di demolizione in grado di riportare in frantumi strutture edili di vario spessore e materiale. Se meccanizzata, si sfrutta l'ausilio di macchine operatrici dotate di personale conducente a bordo o a distanza con radiocomando. Qualora operante con l'uso di reagenti chimici, si sfrutteranno composti espandenti o deflagranti capaci di raggiungere il medesimo risultato demolitivo.

##### **3.2.6.2.1) Demolizione con pinze e cesoie idrauliche**

Le pinze e cesoie idrauliche utilizzate per demolire parti di fabbricati sono in genere costituite da mascelle con denti di acciaio durissimo, azionate idraulicamente che mordono e riducono in frammenti parti di edifici.

Tali attrezzature sono costituite di solito da due ganasce metalliche molto robuste, opponibili, azionate da pistoni idraulici attivati dalla centralina oleodinamica del mezzo sul quale sono montate (micropala, miniescavatore, terna, ecc.), o da una apposita centralina separata nelle manuali.

La tecnica è prescritta laddove conviene ridurre in frammenti carriolabili le strutture da demolire ovvero dove l'allontanamento di grossi blocchi è difficoltoso e/o per facilitare la demolizione selettiva ed il recupero ed il riciclo di materiali.

A seconda del tipo di attrezzatura (pinze idrauliche montate su macchine o pinze idrauliche manuali) si potranno operare i seguenti interventi:

- demolizioni totali di fabbricati, stabilimenti, gradinate di stadi, cinema, teatri, silos, caveau, ciminiere etc.
- travi, pilastri, scale, solai e strutture in interni.

Con le cesoie idrauliche si provvederà alla demolizione di prefabbricati metallici, ferro del cemento armato, capriate di stabilimenti, carpenteria metallica anche molto pesante, lamiere e strutture metalliche in genere.

Con tali tecniche di demolizione, si presterà particolare attenzione alle seguenti esigenze operative:

- assenza di percussioni, vibrazioni e rumore
- operatività a grandi altezze con bracci di escavatori o gru
- possibilità di operare a distanza su edifici anche pericolanti
- possibilità di operare con pinze manuali in interni di dimensioni anche abbastanza ridotte

Potrà essere prescritto il taglio o frantumazione di elementi previa l'apertura di un varco nella struttura da demolire per iniziare una microdemolizione con una pinza manuale (ad esempio per realizzare un'apertura su una parete o su un solaio).

Ogni operazione dovrà avvenire in condizioni di rumorosità sanabili con l'uso di cuffie e/o dpi antirumore in dotazione al singolo operatore.

##### **3.2.6.2.2) Demolizione con malta espansiva**

La malta espansiva per demolizioni e taglio di rocce e cementi (spaccarocce chimico) agisce in funzione del proprio rigonfiamento, esercitando sulle pareti del foro che la contiene una forza media unitaria superiore alle 5.000 t/m<sup>2</sup>, creando spaccature.

La malta espansiva è una polvere che deve essere miscelata, prima dell'uso, con acqua pulita in ragione del 30% in peso fino a raggiungere la consistenza di una pasta cremosa, fluida e senza grumi da versare in fori precedentemente preparati, entro 5/10 minuti. I fori orizzontali dovranno essere eseguiti in pendenza, allo scopo di facilitarne l'immissione. In caso di fuoriuscita, i fori non dovranno essere tappati, e solo in caso di pioggia dovranno essere coperti con materiale impermeabile.

Tale sistema servirà a rompere, tagliare, demolire rocce, calcestruzzi e cementi armati, laddove per ragioni

di sicurezza non si potranno usare esplosivi.

L'uso di tale tecnica sarà richiesto e autorizzato dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- demolizioni limitate di rocce o strutture cementizie dove le opere adiacenti non devono essere danneggiate da vibrazioni generate dalle esplosioni;
- quando si vuole ridurre in frammenti dei blocchi situati in locali con uscite difficili;
- demolizione di basi di gru, macchinari, plinti e simili;
- per ridurre preventivamente grossi blocchi in pezzature più piccole da affrontare con altri mezzi di demolizione a percussione.

L'uso di malte espansive dovrà garantire una frantumazione carriolabile di grosse strutture, un limitato impiego di mezzi, energia e personale, silenziosità in fase di espansione chimica, assenza di proiezione di materiale durante lo spacco ed eventuale applicazione del lavoro di demolizione anche sott'acqua.

I fori dove colare la malta espansiva dovranno avere una altezza superiore a 10/15 volte il proprio diametro. Generalmente i fori di grosso diametro e minore distanza tra loro accelerano i tempi di rottura. Si avrà cura di utilizzare attrezzature idonee alla perforazione con martelli a roto-percussione o carotatrici e corone diamantate.

### **3.2.6.2.3) Demolizione con cartucce deflagranti**

La demolizione con cartucce deflagranti è una tecnica di demolizione controllata che si avvale di cartucce cariche di esplosivi detti "pirotecnici", più lenti e progressivi nella loro azione a differenza della detonazione di esplosivi. Le cartucce verranno inserite in fori da mina leggermente più grandi, realizzati sulla struttura da demolire e intasate con sabbia pressata (borraggio).

Il dosaggio dell'effetto esplosivo dovrà consentire di poter utilizzare anche una sola cartuccia per demolire la struttura o blocco di roccia oggetto di intervento. Potrà comunque essere richiesto l'uso congiunto di più cariche per aumentare l'effetto demolitivo ed eventualmente anche sott'acqua.

Le cariche deflagranti differiranno dagli esplosivi convenzionali per la velocità di reazione chimica: subsonica nelle prime, supersonica nelle seconde.

L'onda urto e i picchi di pressione saranno meno rapidi, più progressivi e controllabili nella deflagrazione, che affida allo sviluppo di gas l'effetto dirompente.

Tra le attrezzature necessarie alle varie operazioni di demolizione saranno indispensabili:

- un perforatore a rotopercussione
- un rotolo di cavo elettrico
- un sistema d'innescio omologato
- un ohmetro per misurare resistenze

La demolizione per deflagrazione dovrà consentire la scelta delle dimensioni del pezzame nel quale ridurre il demolito, una ridotta proiezione dei detriti (di solito limitata agli 8 metri circa), una contenuta produzione di polveri e modesti tempi di attesa dopo ogni brillamento.

L'uso di tale tecnica sarà autorizzata dalla Direzione lavori in particolare per le seguenti casistiche:

- demolizione di rocce per tutti gli scavi piccoli e grandi per fondazioni ed impianti,
- frantumazione e spacco di piccoli e grandi massi,
- demolizione di strutture in cemento armato, sulle quali è possibile a semplificare l'ultima operazione di separazione dei frantumi dai tondini.

L'applicazione della tecnica di deflagrazione sarà autorizzata solo con l'avvalimento di personale qualificato e adeguatamente formato.

### **3.2.6.2.4) Demolizione con divaricazione idraulica**

I divaricatori per demolizioni controllate a cilindri idraulici (o martinetti divaricatori) sono una tecnologia utile per la demolizione di roccia o strutture in cemento armato. La divaricazione idraulica infatti è una tecnica che prevede l'inserimento di cilindri idraulici in fori appositamente ricavati nel cemento armato o nella roccia.

La forza di divaricazione dei cilindri permetterà la creazione di linee di frattura e la demolizione della struttura in cemento armato o della roccia, senza produzione di vibrazioni o di rumori. Applicata anche in roccia, sarà in grado di imprimere forze di spinta fino a 2.000 t.

I martinetti idraulici inseriti nei fori precedentemente calcolati e realizzati devono riuscire, divaricandosi, a fratturare il materiale strappando anche gli eventuali ferri di armatura, ottenendo così dei blocchi facilmente trasportabili.

Complementare agli altri sistemi di demolizione controllata o sostitutiva dei metodi tradizionali, la



frantumazione con pinza o con martinetti divaricatori sarà principalmente applicata laddove, per difficoltà logistiche o ambientali, sia inadatto intervenire in altro modo. Gli equipaggiamenti, leggeri e poco ingombranti, possono essere impiegati anche in ambienti ristretti, non raggiungibili o non praticabili dai mezzi pesanti, voluminosi, rumorosi o inquinanti. La demolizione con divaricatori sarà particolarmente indicata quando l'intervento di demolizione controllata deve essere effettuato in assenza di acqua.

L'applicazione di tale tecnica potrà essere richiesta e autorizzata dalla Direzione lavori in particolare per:

- demolizione di plinti e basamenti
- demolizione di massi e rocce
- demolizione di pavimenti e fondazioni in cemento armato
- divaricazione di roccia o strutture in cemento armato

#### **Art. 3.2.6.3 Prescrizioni di sicurezza**

Al Titolo IV, Sezione VIII del Testo Unico della Sicurezza (d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.) si prescrive che prima dell'inizio dei lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire. In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

La demolizione dei muri effettuata con attrezzature manuali deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. E' vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione di altezza superiore a due metri.

Il materiale di demolizione non deve essere gettato dall'alto, ma deve essere trasportato oppure convogliato in appositi canali, il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati. L'imboccatura superiore del canale deve essere realizzata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone.

Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei. Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

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

#### **Art. 3.2.6.4 Piano di lavoro per le demolizioni**

Ai sensi del Testo Unico della Sicurezza (art. 151 d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.) i lavori di demolizione dovranno procedere con cautela e con ordine, essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventualmente adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS (Piano Operativo della Sicurezza a cura dell'Impresa), tenendo conto di quanto indicato nel PSC (Piano di Sicurezza e Coordinamento a cura del Coordinatore), ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Il Piano o programma di lavoro per le demolizioni sarà definito dall'Impresa ed approvato dalla Direzione lavori prima dell'avvio del cantiere.

La violazione di tali disposizioni da parte del datore di lavoro o del dirigente dell'impresa esecutrice, oltre a comportare l'arresto sino a due mesi o un'ammenda come stabilito dalla legge, costituisce motivo di sospensione dei lavori e risoluzione del contratto in danno all'appaltatore.

### **Art. 3.3 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

#### **3.3.1) Generalità**

##### **Impasti di Calcestruzzo**

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018** e dalle relative norme vigenti.

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

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

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

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

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

### **Controlli sul Calcestruzzo**

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018**.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al **D.M. 17 gennaio 2018**.

### **Resistenza al Fuoco**

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

### **3.3.2) Norme per il cemento armato normale**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del **D.M. 17 gennaio 2018** e nella relativa normativa vigente.

### **Armatura delle pareti**

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 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  $\frac{1}{4}$  del diametro massimo delle barre longitudinali.

### **Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

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.

### **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 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 4 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 giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al nel

#### **D.M. 17 gennaio 2018.**

Per barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

### **3.3.3) Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del **D.M. 17 gennaio 2018.**

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

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

### **3.3.4) Calcestruzzo di aggregati leggeri**

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 206.

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei relativi punti el **D.M. 17 gennaio 2018.**

### **Art. 3.4**

## **SISTEMI DI RINFORZO IN CRM**

### **Definizione**

L'intonaco armato, denominato nel seguito **CRM** (*Composite Reinforced Mortar*), è realizzato mediante una rete preformata in composito (FRP) inserita in una malta ad uso strutturale e applicata sulla superficie dell'elemento strutturale in muratura da rinforzare. In detto sistema la rete in FRP è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra l'elemento murario e l'intonaco armato.

Lo spessore dei sistemi di rinforzo CRM sarà compreso, di norma, tra 30 mm e 50 mm, al netto del livellamento del supporto.

I sistemi di rinforzo CRM saranno tipicamente costituiti da:

- reti preformate, realizzate mediante impregnazione di fibre resistenti agli alcali, in vetro, carbonio, basalto o arammide in un'unica fase produttiva con la funzione di fornire un incremento della resistenza a trazione ed il confinamento degli elementi da rinforzare;

- angolari in rete preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, realizzati con i medesimi materiali e processo produttivo delle reti, con funzione di realizzare una continuità strutturale in corrispondenza degli angoli;

- elementi di connessione interamente o parzialmente preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, comunque resistenti agli alcali e realizzati con i medesimi materiali, con la funzione di garantire il collegamento dell'intonaco armato con l'elemento murario e con il rinforzo installato sulla faccia opposta di quest'ultimo, laddove previsto;

- malte a base cementizia o di calce a prestazione garantita per uso strutturale;

- ancoranti chimici per la solidarizzazione dei connettori tra loro o l'ancoraggio degli stessi nel supporto murario.

Le reti, gli angolari e gli elementi di connessione in composito, costituenti i sistemi di rinforzo CRM, dovranno essere realizzati mediante l'impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio, basalto o arammide, immerse in una matrice polimerica termoindurente.

Le reti e gli angolari dovranno essere di tipo preformato e realizzati in stabilimento mediante la tecnica della testatura, o altri processi produttivi di comprovata validità tecnologica, e successivamente applicati in cantiere alla membratura da rinforzare con malte a prestazione garantita.

Per le loro proprietà meccaniche, i rinforzi CRM sono specificamente indicati nelle applicazioni per le quali sia richiesta la mobilitazione di deformazioni modeste, come tipicamente accade per il rinforzo di murature.

I rinforzi CRM devono mostrare, in generale, buona resistenza alle alte temperature, compatibilità chimico-fisica con i substrati in muratura e in calcestruzzo e una certa permeabilità al vapore.

Per gli aspetti legati alla identificazione e alla qualificazione, nonché per quelli connessi alla durabilità, trasporto, stoccaggio, movimentazione, utilizzo, si rimanda alla documentazione che accompagna la marcatura CE oppure alle Certificazioni di Valutazione Tecnica (CVT) ed ai manuali di installazione, obbligatori per questi materiali ai sensi della specifica Linea Guida CSLLPP (*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)*).

### **Requisiti normativi**

Gli intonaci armati CRM così come definiti sopra costituiscono sistemi o kit di cui al punto 2 dell'art. 2 del Regolamento UE n. 305/2011.

Per la descrizione delle caratteristiche tecniche delle armature in FRP del sistema e dei relativi metodi di prova, si dovrà fare riferimento alle UNI EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

Le malte cementizie e/o di calce a prestazione garantita dovranno essere conformi alla UNI EN 998-1/2 e/o alla UNI EN 1504-2/3 con sistema di certificazione 2+; in ogni caso ne dovranno essere definiti dal Fabbricante i parametri di resistenza a trazione, resistenza a compressione e modulo elastico a compressione.

Gli ancoranti chimici dovranno essere conformi alla UNI EN 1504-4 o ad altra specifica tecnica armonizzata o ETA.

I sistemi di rinforzo CRM dovranno essere posti in commercio ed acquistati da un unico Fabbricante o

Distributore, che assume la responsabilità della dichiarazione delle prestazioni, secondo le definizioni di cui al predetto Regolamento UE n. 305/2011. Come nella tecnica dell'intonaco armato tradizionale, fanno eccezione le malte che potranno essere commercializzate da un differente Fabbrikante, se le prestazioni sono garantite ad uso strutturale in conformità alle norme sopra richiamate.

### **Caratteristiche del sistema**

Le **reti e gli angolari** dei sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: il modulo elastico e la tensione di rottura. La successiva Tabella 1 riporta le classi dei rinforzi contemplate dalla Linea Guida sull'intonaco armato CRM approvata dal CSLPP ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche.

Nella Scheda tecnica predisposta dal Fabbrikante secondo le indicazioni della citata Linea Guida (Allegato 4), dovranno essere riportati tutti i valori di riferimento del sistema almeno pari o superiori a quelli di progetto.

*Tabella 1 - Classi delle reti preformate in FRP*

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione medio nella direzione delle fibre [GPa]</b>	<b>Resistenza a trazione caratteristica nella direzione delle fibre [MPa]</b>
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/1000	Vetro/Basalto	38	800
G45/1000 B45/1000	Vetro/Basalto	45	1000
C120/1800	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55/1200	Arammide	55	1200

I parametri geometrici e fisici che caratterizzano le reti e gli angolari sono la distanza tra i trefoli nelle due direzioni della rete (indicati convenzionalmente con i termini di "ordito" e "trama") e le rispettive grammature, nonché le modalità di orditura.

Il Fabbrikante è tenuto a fornire, in riferimento alle reti/angolari in composito, indicazioni utili, quali gli interassi tra i trefoli, in trama e ordito, le relative grammature e le caratteristiche meccaniche.

La distanza netta tra i trefoli non potrà essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non minore di 30 mm.

Anche se per le due direzioni della rete (longitudinale e trasversale) potranno essere indicati valori differenti, sarà assunta la classe corrispondente alle proprietà minori.

I **connettori** in FRP dovranno essere conformi a quanto riportato nel documento CNR DT 203/2006 in merito alle prove di trazione che li classificano.

Nella Scheda tecnica del Fabbrikante dovranno inoltre essere riportati il valore medio e quello caratteristico della tensione di rottura, il valore medio del modulo elastico, nonché la deformazione a rottura sia per la rete che per il connettore.

Le **malte** potranno contenere eventuali additivi, fra cui microfibre polimeriche, e componenti organiche la

cui percentuale complessiva in peso rispetto a quelle del solo legante inorganico (cemento e/o calce) non potrà essere superiore al 10%.

### ***Prescrizioni operative***

I sistemi di rinforzo CRM dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento e di gestione della qualità, in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001. Tale sistema permanente di controllo interno, deve assicurare il mantenimento del livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e del sistema di rinforzo nel suo complesso, nonché l'affidabilità delle relative prestazioni, indipendentemente dal lotto di produzione.

A tal fine, sia durante il processo di produzione in stabilimento, sia ai fini della qualificazione del prodotto mediante il rilascio della Certificazione di Valutazione Tecnica (CVT), dovrà essere garantita l'esecuzione delle prove previste nel dettaglio dalla Linea Guida CRM.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile alla relativa linea di produzione ed allo stabilimento di produzione. La marchiatura, deve essere apposta alla fine del ciclo di produzione e/o della linea di confezionamento ovvero per ogni lotto di produzione, prima del deposito a magazzino e comunque prima della spedizione. Deve esserne garantita la inalterabilità sino alla consegna in cantiere senza possibilità di manomissione.

Il sistema di marchiatura deve prevedere marchiature da apporsi ad ogni singolo pezzo, con identificativi diversi per ogni prodotto, per ogni linea di produzione ovvero per ogni stabilimento di produzione.

### ***Accettazione e controlli***

Il Direttore dei Lavori deve verificare la scrupolosa osservanza delle modalità di installazione del sistema, con particolare riguardo alla preparazione del supporto e alla corretta applicazione e stagionatura del sistema CRM, atteso che una inadeguata applicazione potrebbe compromettere l'efficacia del sistema stesso di rinforzo.

Il Direttore dei lavori provvederà ai controlli di accettazione in cantiere di ciascun lotto di spedizione in riferimento al lotto di produzione e di tutti i componenti del Sistema CRM oggetto di fornitura.

I campioni destinati alle prove devono essere in numero di 3 per ognuno dei componenti dei sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale diversa natura delle fasi (in particolare della grammatura del rinforzo) e delle eventuali diverse caratteristiche delle reti nelle due direzioni. Le dimensioni saranno quelle indicate per la prova di trazione. Le prove da eseguire sono unicamente quelle di trazione sui componenti in FRP del sistema, descritte all'Allegato 1 della Linea Guida CRM.

Il Direttore dei lavori prescriverà inoltre prove sulle malte da utilizzare in ragione di due provini per ogni lotto di spedizione per verificarne le caratteristiche dichiarate, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

I termini, i valori e le modalità delle prove e delle verifiche indicate sono disciplinati dalla citata Linea Guida CRM a cui si farà riferimento.

Oltre ad eseguire i controlli di accettazione, il Direttore dei Lavori verificherà che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto.

Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della Marcatura stessa e richiedere, per ogni diverso prodotto, il Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile.

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante/Distributore. Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori annoterà con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento.

Il Fabbrikante dovrà assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### ***Prove sui materiali***

La Direzione lavori provvederà al coordinamento delle prove sui materiali prelevando e ordinando gli opportuni campioni di ciascuna tipologia secondo le indicazioni e le procedure dettate dalla Linea Guida CRM.



### **Art. 3.5**

## **PLACCAGGI CON MATERIALI FIBRORINFORZATI (FRP)**

### **Generalità**

Nel caso di interventi su strutture o parti di esse in condizioni di degrado statico, si potranno impiegare elementi in materiale composito **FRP** (Fiber Reinforced Polymer).

I materiali fibrorinforzati (FRP) a fibre continue sono materiali compositi costituiti da fibre di rinforzo immerse in una matrice polimerica. Questi sono disponibili in diverse geometrie quali le lamine pultruse, utilizzate per il rinforzo di elementi dotati di superfici regolari, ed i tessuti (uniassiali o multiassiali) che si adattano ad applicazioni su elementi strutturali con forme geometriche più complesse. I tessuti vengono applicati sull'elemento da rinforzare mediante resine che svolgono la funzione sia di elemento impregnante che di adesivo al substrato interessato.

Gli interventi di rinforzo consistono nell'applicazione di lamine, tessuti, reti e barre di FRP sugli elementi strutturali della costruzione, per adesione o mediante dispositivi meccanici di ancoraggio sulle superfici esterne o in alloggiamenti e scanalature realizzate all'interno del paramento.

Alcune casistiche di intervento possono essere:

- la riparazione di strutture danneggiate a causa di terremoti, incendi, ponti, ecc;
- il reintegro di armature corrose nei calcestruzzi ammalorati da condizioni ambientali aggressive, ambienti industriali, opere a mare, ecc;
- l'aumento della resistenza degli elementi strutturali a causa, ad esempio, di cambio destinazione d'uso, adeguamento normativo, ecc;
- il ripristino e adeguamento statico di travi e solai sottodimensionati a flessione;
- il restauro di strutture bidimensionali come piastre, lastre, voltine e serbatoi ad elevato raggio di curvatura;
- il rinforzo di solette di viadotti a seguito dell'incremento di carichi statici e/o dinamici;
- il rinforzo di rampe carrabili in edifici civili ed industriali;
- il rinforzo di strutture sottoposte a vibrazioni;
- l'adeguamento di strutture a volta.

Gli elementi consolidanti possono essere composti da fibre lunghe e continue di acciaio ad alta resistenza arammide, basalto, fibre di vetro (GFRP) o fibre di carbonio (CFRP), combinati in genere con adesivi strutturali polimerici e disposti in funzione del quadro fessurativo rilevato. I tessuti per il rinforzo strutturale sono commercialmente distribuiti allo stato secco ed in rotoli, da utilizzare per l'impregnazione in cantiere con apposite resine. Possono essere unidirezionali, con le fibre tutte orientate nella direzione della lunghezza e tenute insieme da una trama leggera di tipo non strutturale; biassiali, costituiti da una tessitura trama-ordito ortogonale di solito bilanciata (stessa percentuale di fibre nelle due direzioni); multiassiali, con fibre orientate in diverse direzioni del piano.

L'uso di tale tecnologia e materiali è normalmente utilizzata per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza al taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della resistenza a flessione di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate;
- aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- cerchiature esterne di pilastri o colonne in muratura, purchè i tratti rettilinei della cerchiatura non siano troppo estesi;
- iniezioni armate nelle strutture murarie;
- rinforzi delle strutture voltate, purchè si evitino meccanismi di spinta a vuoto;
- irrigidimento dei solai lignei mediante placcaggio incrociato.

La Normativa vigente prevede la possibilità di utilizzare, per gli interventi sulle strutture esistenti, anche



materiali non tradizionali purchè nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità tra i quali vengono esplicitamente citate le Istruzioni ed i Documenti Tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche. (es. CNR-DT200 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati").

Il rinforzo tramite FRP è contemplato dal vigente quadro tecnico-normativo italiano attraverso le seguenti più recenti norme e linee guida di riferimento:

- Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- Linee Guida approvate con decreto del Presidente del C.S.L.P. n. 293 del 29 maggio 2019;
- CNR DT 200 (revisionata R1/2013) per le strutture in c.a., c.a.p. e muratura;
- Linee Guida C.S.L.P. del 24 luglio 2009 (per le caratteristiche tecniche di materiali impiegati, filati, tessuti, matrici).

I sistemi di FRP idonei per il rinforzo esterno di strutture possono essere classificati in due categorie principali:

### Sistemi preformati

Sono costituiti da componenti di varia forma preparati in stabilimento mediante pultrusione o laminazione e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Fabbricante comunque consistenti in polimeri termoindurenti. Le caratteristiche tecniche dei sistemi di rinforzo preformati e dei competenti metodi di prova fanno riferimento alle UNI EN 13706-1-2-3. I compositi preformati sono utilizzabili sia per il rinforzo esterno (incollati all'elemento strutturale da rinforzare) o come elementi interni di rinforzo (barre per strutture di calcestruzzo armato) in totale o parziale sostituzione delle armature tradizionali in acciaio o barre per il rinforzo superficiale (ad esempio barre installate in prossimità della superficie).

I sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: modulo elastico e tensione di rottura.

La successiva Tabella 1 riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalla Linea Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche, che il Fabbricante deve determinare al fine di inquadrare il prodotto nella specifica classe e riportarlo in Scheda tecnica. In quest'ultima dovranno essere riportati tutti i valori di riferimento e di qualificazione del sistema almeno pari o superiori a quelli di progetto.

Tabella 1 - Classi degli FRP preformati

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</b> [GPa]	<b>Resistenza a trazione nella direzione delle fibre</b> [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800

A55	Arammide	55	1200
-----	----------	----	------

### Sistemi impregnati in situ

Sono costituiti da fogli di fibre unidirezionali o multidirezionali che sono impregnati con una resina, la quale può fungere anche da adesivo con il substrato interessato (es. calcestruzzo, muratura). Le due fasi costituenti il sistema di rinforzo devono essere entrambe commercializzate dallo stesso Fabbrikante. In caso di ricorso ad altri materiali al fine di garantire la corretta adesione al supporto (ad esempio primer o rasatura) si precisa che gli stessi saranno costituiti in ogni caso da polimeri termoindurenti.

Le *fibre* dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme: ISO 13002 e UNI EN 13002-2 (fibre di carbonio), UNI 8746 e UNI 9409 (fibre di vetro e di basalto), UNI EN 13003-1-2-3 (fibre di arammide), ISO 16120-1/4, EN 10244-2, ISO 17823:2009 (fibre di acciaio ad alta resistenza). Sono ammessi unicamente acciai ad alta resistenza.

Le *resine* utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1504-4.

I tessuti in acciaio devono essere realizzati con acciai ad alta resistenza (UHTSS – Ultra High Tensile Strength Steel) ed essere soggetti a procedure di controllo della qualità, quali quelle indicate in precedenza, o ad altro protocollo. In tale ultimo caso, la norma di riferimento deve essere indicata dal richiedente all'atto della presentazione della domanda di qualificazione e preventivamente accettata dal STC. Inoltre i tessuti in acciaio devono essere protetti nei confronti dei fenomeni ossidativi tramite processo di galvanizzazione o altro procedimento la cui equivalenza prestazionale deve essere comprovata e accettata dal Servizio Tecnico Centrale.

Il diametro nominale del micro-trefolo (diametro della sezione circolare di superficie equivalente) non può superare 1 mm. La spaziatura netta tra i trefoli deve essere non inferiore a 0,5 mm e non superiore a 6 mm. Per diametri nominali e spaziature diverse da quelle sopra riportate, il Fabbrikante deve dimostrare, tramite opportune prove, che il sistema garantisca il trasferimento degli sforzi tra le fibre stesse e la matrice.

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei rinforzi FRP realizzati in situ si farà riferimento al metodo indicato nella norma UNI EN 2561, estendendola anche ai tessuti pluriassiali.

I sistemi di rinforzo realizzati in situ sono classificati in base ai valori del modulo elastico e della tensione di rottura. Essi sono riconducibili alle classi specificate nella successiva Tabella 2 nella quale sono riportati i relativi valori nominali del modulo elastico e della tensione di rottura a trazione, nella direzione delle fibre.

Tabella 2 - Classi degli FRP realizzati in situ

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</b> [GPa]	<b>Resistenza a trazione nella direzione delle fibre</b> [MPa]
60G/60B	Vetro/Basalto	60	1300
210C	Carbonio	210	2700
350/1750C	Carbonio	350	1750
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000
100A	Arammide	100	2200
180S	Acciaio ad alta resistenza	180	2200*

190S	Acciaio ad alta resistenza	190	2200*
------	----------------------------	-----	-------

(\*) Nel caso dell'acciaio la resistenza a trazione corrisponde alla tensione di snervamento, definita come la tensione caratteristica che corrisponde ad una deformazione residua allo scarico dello 0,1% determinata sul diagramma tensioni-deformazioni.

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale descritte nel presente documento dovranno essere:

- identificabili per poter risalire univocamente al fabbricante;
- qualificati e controllati secondo le procedure di controllo definite dalle Linee Guida 2019;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e prove di accettazione.

I sistemi di rinforzo FRP - e quindi i relativi prodotti costituenti - devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento e di gestione della qualità coerente con la norma UNI EN 9001. Tale sistema permanente di controllo interno deve assicurare il mantenimento del livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e del sistema di rinforzo nel suo complesso, nonché l'affidabilità delle relative prestazioni, indipendentemente dal lotto di produzione.

In allegato sono riportate gli schemi di Scheda tecnica tipo contenenti le informazioni minime obbligatorie da fornire. La scheda tecnica di un prodotto dovrà infatti indicare obbligatoriamente, fra l'altro:

- resistenza e reazione al fuoco del prodotto;
- temperatura di transizione vetrosa;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego.

A motivo della diversa composizione e qualità di produzione degli elementi fibrosi, i valori di resistenza media possono oscillare tra valori minimi e massimi anche molto accentuati. Così come i valori dei moduli elastici, in proporzione, ad esempio, alla temperatura di produzione, alla variazione nella percentuale delle materie prime, alla composizione degli appretti protettivi, ecc. Si raccomanda quindi, la puntuale consultazione del progetto strutturale per ciascuna applicazione e/o tipologia.

### 3.5.1) Le fibre di carbonio

Il sistema di rinforzo strutturale **CFRP** (Carbon fiber-reinforced plastics) prevede generalmente l'utilizzo di fibre di carbonio annegate in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-4. Il sistema, applicato sulla superficie opportunamente pulita e trattata con un primer per migliorarne l'adesione, deve risultare efficace e adatto alle differenti geometrie degli elementi strutturali. Il sistema a barre invece non prevede l'impiego delle resine sopra descritte.

Le tipologie di rinforzo CFRP usualmente utilizzate possono identificarsi nei seguenti sistemi:

- il **Sistema a Barre** costituito da barre pultruse di carbonio per la riparazione di elementi in calcestruzzo, legno e muratura. Le fibre scelte devono essere in carbonio ad alta resistenza ed in carbonio ad alto modulo elastico. Il sistema così composto può essere abbinato ai ripristini strutturali con l'uso di malte o resine dedicate.
- il **Sistema a Lamine** costituito da piattine di carbonio e da resina in pasta epossidica. Il sistema è tarato per la messa in opera rapida del rinforzo. Le resine devono essere particolarmente indicate per interventi di rasatura e di incollaggio e dotate di buona lavorabilità, riducendo al minimo la tempistica necessaria al rinforzo.
- il **Sistema a Fibre** costituito da tessuti e da una resina impregnante di tipo epossidico, dotata di una adeguata viscosità per permettere la corretta impregnazione dei tessuti. Affinchè l'adesione al supporto possa essere perfetta, deve essere eseguita una corretta preparazione del supporto stesso. Questo sistema deve ottimizzare al massimo il quantitativo di fibra presente sulla struttura e risultare versatile per realizzare rinforzi in più direzioni. Alcuni sistemi a fibre possono essere applicabili con resine epossidiche o con malte cementizie. Per propria natura i prodotti FRP sono anisotropi e tendenzialmente elastici lineari in trazione fino a rottura. Contrariamente all'acciaio non sono duttili, nè plastici. Nella loro applicazione quindi non devono essere sottoposti a compressione; le fibre non devono essere tagliate o

forate. Ulteriori caratteristiche da tenere presenti infatti, sono:

- 1) che non esiste trasferimento tensionale tra una fibra posta in direzione longitudinale ed un'altra posta nella direzione trasversale;
- 2) tutti i prodotti FRP non possono essere saldati tra loro. Il collegamento tra uno strato e l'altro avviene esclusivamente mediante una resina.

### **Modalità di applicazione del prodotto in barre**

Si presterà particolare attenzione alle seguenti fasi o modalità di applicazione delle barre, indipendentemente dalla natura del materiale su cui si interverrà:

#### **1) Realizzazione dei fori.**

Eseguire sulla superficie di intervento una serie di perforazioni di diametro superiore a quello del diametro della barra (nel caso del cls, di circa 1,5 volte). La profondità del foro sarà opportunamente calcolata dal progettista in funzione della tensione a cui è sottoposta la barra e segnalata in progetto.

**3) Intasare il foro con idoneo prodotto a base di legante epossidico e primer preventivamente individuato e segnalato dalla Direzione Lavori.**

**2) Posizionare la barra per tutta la lunghezza richiesta fino a vedere refluire il prodotto di intasamento utilizzato ed eliminare il prodotto in eccesso avendo cura di non variare la posizione della barra. A seconda del grado di difficoltà di intervento, si prescriverà l'utilizzo di morse e/o sostegni per le barre fino ad avvenuto indurimento della resina.**

### **Modalità di applicazione del prodotto in fibre o lamine**

L'applicazione tipica di fibre di carbonio costituite da tessuto e resina impregnante può essere sintetizzata nei seguenti punti:

#### **1) Applicazione di fondo ancorante epossidico a rullo o pennello.**

Si presterà particolare attenzione alle condizioni del supporto da rinforzare. Nel caso in cui infatti il supporto si presenti degradato, incoerente o non planare, sarà necessario procedere con un intervento di rimozione della parte degradata e una successiva applicazione di malta tipo betoncino con caratteristiche il più possibile compatibili con quelle del supporto. Nel caso in cui siano presenti delle fessure sarà necessario procedere con delle iniezioni consolidanti di resine epossidiche prima di applicare il rinforzo. Nel caso in cui il substrato si presenti in buono stato sarà comunque necessario effettuare un trattamento di idrosabbatura fino a che l'inerte non venga messo in evidenza e comunque dopo essersi assicurati della adeguata resistenza meccanica superficiale del manufatto.

**2) Rasatura su fresco con stucco a spatola; si presterà attenzione a chiudere tutte le porosità ed ottenere una superficie liscia.**

**3) Applicazione sul rasante fresco delle strisce di tessuto in fibra di carbonio parallelamente alle linee dello sforzo dell'elemento strutturale da rinforzare ovvero delle lamine in carbonio pultruse, quando queste siano prescritte in alternativa ai tessuti.**

#### **4) Saturazione del tessuto applicando a rullo più mani d'impregnante epossidico.**

L'impregnazione del tessuto è una fase molto importante ai fini dell'efficacia del rinforzo. La funzione della resina costituente la matrice è quella di trasferire lo sforzo alle fibre, quindi un'incompleta impregnazione determinerà una resistenza del rinforzo inferiore rispetto a quella di progetto. Per prevenire tale risultato può essere auspicabile impregnare più tessuti con grammatura inferiore ed applicare più strati sovrapposti, per raggiungere le condizioni di rinforzo previste dal progetto. Nel caso in cui il rinforzo sia costituito da tessuti bi e quadri-direzionali la fase di impregnazione deve essere effettuata con cura ancora maggiore.

#### **5) Applicazione a spolvero di sabbia silicea di granulometria fino ad 1 mm.**

Il supporto così creato sarà costituito per l'eventuale applicazione di una malta a base cemento o a base di calce e cemento, secondo le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

### **3.5.2) Accettazione e controlli**

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e saranno eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- dovranno essere effettuati realizzando campioni contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell'elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali;
- dovranno essere eseguiti su campioni del rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, dovrà verificare che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto.

Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marchiatura stessa e richiedere, per ogni diverso prodotto, il Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile.

In ogni caso, sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che i prodotti consegnati in cantiere rientrino nelle tipologie previste nella detta documentazione.

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, sarà tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante.

Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori dovrà annotare con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento.

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore dovrà inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### ***Sistemi preformati***

Ai fini dell'accettazione dei sistemi preformati, il Direttore dei Lavori deve provvedere al prelievo di 3 campioni per ciascun tipo di lamina utilizzata nel sistema di rinforzo da installare, dal lotto di spedizione ricevuto. Le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione.

I campioni devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. A tal fine, il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. 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 fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura e del modulo elastico.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbrikante, preleva in cantiere ulteriori 3 campioni dal medesimo lotto di spedizione e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico, calcolati sui 6 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 3 più gli ulteriori 3), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbrikante. Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione.

In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene

non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

Il Progettista o il Direttore dei Lavori potranno, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese.

### ***Sistemi realizzati in situ***

Ai fini dell'accettazione dei sistemi realizzati in situ, il Direttore dei Lavori deve provvedere al confezionamento di 6 campioni per ciascun tipo sistema di rinforzo da installare, realizzati in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali. I campioni devono essere confezionati con il massimo numero di strati previsti nell'intervento da realizzare; le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione.

I campioni così confezionati devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. A tal fine, il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

a richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. 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 fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbrikante, procede al confezionamento di ulteriori n. 6 provini, con le medesime modalità di cui sopra, e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico, calcolati sui 12 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 6 più gli ulteriori 6), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbrikante. Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione.

In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

Il Progettista o il Direttore dei Lavori potrà, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese.

### ***Rintracciabilità in cantiere***

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento e ad eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, delle procedure di collaudo tecnico-amministrativo.

### ***Installazione***

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione, il Fabbrikante deve allegare un Manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la completa posa in opera dei sistemi, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto, preliminarmente all'installazione del composito FRP, alle condizioni ambientali richieste in fase di applicazione del rinforzo (umidità e temperatura), e gli accorgimenti, ove occorrenti, per proteggere il composito dagli effetti termici.



## **Art. 3.6**

### **STRUTTURE IN ACCIAIO**

#### **3.6.1) Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

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

#### **Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione**

##### **Spessori limite**

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore  $t = 3$  mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

##### **Acciaio incrudito**

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

##### **Giunti di tipo misto**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

##### **Problematiche specifiche**

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- 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,
- si può far riferimento a normative di comprovata validità.

##### **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 sovrasspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

### **Controlli in Corso di Lavorazione**

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

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

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati**

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.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

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

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

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

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

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno

staticamente superflui.

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

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

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

### **Prove di Carico e Collaudo Statico**

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

### **3.6.2 Acciaio per calcestruzzo armato**

#### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

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.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

#### **Reti e tralicci elettrosaldati**

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm } d = < 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm } d = < 10 \text{ mm}$ .

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

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 al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, 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 viene 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.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

### **Art. 3.7 OPERE IN FERRO**

Tutte le opere in ferro dovranno essere eseguite secondo i grafici di progetto e le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Particolare attenzione va posta nelle saldature e bolliture, i fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentano imperfezione od inizio di imperfezione.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello per la preventiva approvazione. L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

### **Art. 3.8 OPERE DA STUCCATORE**

Le opere da stuccatore vengono generalmente eseguite in ambiente interni, oppure possono essere eseguite in ambienti esterni di particolare tipo (porticati, passaggi ed androni).

I supporti su cui vengono applicate le stuccature devono essere ben stadiati, tirati a piano con frattazzo, asciutti, esenti da parti disaggregate, pulvirulente ed untuose e sufficientemente stagionati se trattasi di intonaci nuovi. Le stesse condizioni valgono anche nel caso di pareti su calcestruzzo semplice od armato.

Le superfici di cui sopra, che risultino essere già state trattate con qualsiasi tipo di finitura, devono essere preparate con tecniche idonee a garantire la durezza dello stucco.

Nelle opere di stuccatura, di norma deve essere impiegato il gesso ventilato in polvere, appropriatamente confezionato in fabbrica, il quale verrà predisposto in acqua e rimescolato sino ad ottenere una pasta omogenea, oppure verranno aggiunti altri prodotti quali calce super ventilata, polvere di marmo, agglomerati inerti, coibenti leggeri o collante cellulosico.

Esclusi i lavori particolari, l'impasto per la lisciatura deve ottenersi mescolando il gesso con il 75% di acqua fredda.

Per le lisciate di superfici precedentemente con intonaco di malta bastarda, l'impasto deve essere composto da una parte di calce adesiva, precedentemente spenta in acqua e da due parti di gesso ventilato in polvere sempre con l'aggiunta di acqua.

In qualsiasi opera di stuccatura, l'Appaltatore è ritenuto unico responsabile della corretta esecuzione della stessa, rimangono pertanto a suo completo e totale carico gli oneri di eventuali rappezzi e rifacimenti, per lavori in cui risultassero difetti di esecuzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE

secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### **Art. 3.9** **OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE**

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

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

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 od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per le soluzioni che adottino **membrane** in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.  
Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;
- b) per le soluzioni che adottano **prodotti rigidi** in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
- c) per le soluzioni che adottano **intercapedini** di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;
- d) per le soluzioni che adottano **prodotti applicati fluidi** od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.  
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 tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

In alternativa all'utilizzo di membrane impermeabili bituminose, qualora progettualmente previsto o espressamente indicato dalla Direzione Lavori, sarà possibile utilizzare prodotti specifici per l'impermeabilizzazione posti in opera mediante stesura a spatola o a spruzzo con intonacatrice, costituiti da **malta bicomponente elastica a base cementizia**, inerti selezionati a grana fine, fibre sintetiche e speciali resine acriliche in dispersione acquosa.

L'appaltatore avrà cura di osservare scrupolosamente le prescrizioni indicate dal produttore su scheda tecnica relativamente a modalità di applicazione, conservazione, ecc.

Qualora sul sottofondo cementizio si preveda la formazione di microfessurazioni da assestamento si dovrà interporre, tra il primo ed il secondo strato, una rete in fibra di vetro alcali resistente di maglia idonea.

Allo stato indurito il prodotto dovrà mantenersi stabilmente elastico in tutte le condizioni ambientali ed essere totalmente impermeabile all'acqua fino alla pressione positiva di 1,5 atmosfere e all'aggressione chimica di sali disgelanti, solfati, cloruri ed anidride carbonica.

L'adesione del prodotto, inoltre, dovrà essere garantita dal produttore su tutte le superfici in calcestruzzo, muratura e ceramica purché solide e pulite.

Le superfici da trattare quindi, dovranno essere perfettamente pulite, prive di lattime di cemento, parti friabili o tracce di polvere, grassi e oli disarmanti. Qualora le strutture da impermeabilizzare e proteggere fossero degradate, bisognerà procedere preventivamente alla rimozione delle parti inidonee mediante demolizione manuale o meccanica e ripristinarne la continuità con idoneo massetto cementizio sigillante.

In prossimità dei giunti di dilatazione e del raccordo tra le superfici orizzontali e verticali dovrà essere impiegato un apposito nastro in tessuto sintetico gommato o in cloruro di polivinile saldabile a caldo.

Il prodotto impermeabilizzante applicato ed indurito, dovrà infine consentire l'eventuale successiva posa di rivestimenti ceramici o di altro tipo.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed 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.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 3.10 OPERE DA CARPENTIERE**

Le opere da carpentiere riguardano generalmente la realizzazione di casseforme, ossia un insieme di elementi piani, curvi e di dispositivi per l'assemblaggio e la movimentazione che devono svolgere la funzione di contenimento dell'armatura metallica e del getto di conglomerato cementizio durante il periodo della presa. In particolare, si definisce casserratura, o più semplicemente casseri, l'insieme degli elementi (perlopiù in legno) che contengono il getto di conglomerato cementizio e che riproducono fedelmente la forma della struttura da realizzare, mentre si definisce banchinaggio l'assemblaggio di tutti gli elementi di sostegno.

La cassaforma è quindi, un sistema atto a realizzare un manufatto in calcestruzzo con determinate caratteristiche di forma e qualità. La qualità del manufatto dipende anche dalle deformazioni e dalla finitura superficiale. (Vedi il capitolo *Qualità dei materiali e dei componenti*)

Al fine di conseguire le caratteristiche richieste, le prestazioni delle casseforme sono influenzate da:

- le specifiche di progetto del manufatto;
- le modalità di costruzione del manufatto;
- le proprietà del calcestruzzo;
- le modalità di esecuzione del getto.

La norma UNI 11763-1 fornisce i requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'utilizzo delle casseforme verticali componibili e non, destinate alla realizzazione di attrezzature provvisorie atte a contenere il calcestruzzo durante il getto e la maturazione, corredate da sistemi e/o strutture di stabilizzazione e/o di puntellamento di contrasto.

I casseri potranno essere in legno grezzo o lavorato, ma anche in materiale plastico (PVC), in metallo, in EPS, ecc.

L'addetto alla professione di carpentiere, secondo i requisiti, le conoscenze e le abilità dettate dalla norma UNI 11742, dovrà prestare particolare attenzione alle tavole in legno grezzo affinché siano idonee e bagnate

prima del getto per evitare che assorbano acqua dall'impasto cementizio e, se autorizzato, trattate con disarmante per impedirne l'aderenza al calcestruzzo. In proposito saranno propedeutiche le indicazioni della Direzione lavori.

In generale, il montaggio di casseforme in legno ed il relativo smontaggio avverrà secondo le seguenti modalità:

- approvvigionamento e movimentazione delle casserature ed armature di sostegno
- allestimento dell'area necessaria per la lavorazione dei casseri
- realizzazione delle tavole in legno mediante taglio con sega circolare
- posizionamento dei casseri, delle armature di sostegno o banchinaggio, secondo le modalità di progetto
- disarmo delle casserature
- accatastamento e pulizia delle casserature

Nell'esecuzione dell'opera potrà essere richiesto l'uso di macchine, attrezzature, sostanze chimiche (oli disarmanti, ecc.) ed opere provvisorie per le quali il carpentiere dovrà adoperarsi per mettere in atto tutte le procedure di salvaguardia e sicurezza necessarie adottando DPI adeguati, conformemente al d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Se la cassaforma non sarà rimossa dopo il getto, rimanendo solidale con il materiale, si parlerà di "cassaforma a perdere".

La cassaforma a perdere potrà essere utilizzata per la realizzazione di vespai, intercapedini e pavimenti aerati, nonché sotto forma di pannelli realizzati con materiali termoisolanti (es. polistirolo, ecc.), per conferire alla struttura un'ideale inerzia termica. In tali casi, i casseri avranno un prezzo distinto da quelli riutilizzabili.

La funzione del cassero sarà sia geometrica, in modo tale che il calcestruzzo gettato possa assumere la forma richiesta dal progetto, che meccanica, cioè essere in grado di sopportare la pressione del getto sulle sue pareti e l'azione delle vibrazioni di costipamento. La cassaforma dovrà inoltre garantire la tenuta stagna del getto, poiché la mancanza di tenuta potrebbe determinare la fuoriuscita della frazione più fine dell'impasto con la conseguente formazione di una struttura spugnosa e con nidi di ghiaia.

Nel caso di realizzazione di pareti in calcestruzzo, saranno utilizzati idonei puntelli di sostegno nella quantità e dimensione sufficiente a contenere la pressione esercitata dal calcestruzzo fresco sul paramento dei casseri. La rimozione dei casseri o disarmo sarà quindi effettuata previo accertamento che la resistenza del calcestruzzo gettato in opera abbia raggiunto la resistenza minima di progetto.

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

### **Art. 3.11 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

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

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere

trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

## CAPITOLO 4 – PROVE SUI MATERIALI

### Art. 4.1 LEGANTI IDRAULICI 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.

#### 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 45.1 - 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 [mm] 28 giorni				
	2 giorni	7 giorni					
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10	
32,5 R	> 10	-					
42,5	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5			
42,5 R	> 20	-					
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-			≥ 45
52,5 R	> 30	-					

**Tabella 45.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
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 CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5 %
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0 %
			Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi	Tutte le classi	≤ 0,10 %
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

**Tabella 45.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
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	4,0	4,5
	Tipo II		
	Tipo IV		
	Tipo V		
	Tipo III/A	4,5	
	Tipo III/B		
	Tipo III/C	5,0	
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore		0,11	
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni	

## Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei Lavori potrà disporre 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 CEN/TR 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. Parte 2: Valutazione e verifica della costanza della prestazione;*

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. Parte 2: Metodi di prova.*

UNI 9606 - *Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.*

### 4.1.1) Prove fisiche - Prova di indeformabilità

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare se il cemento può dare luogo a fenomeni espansivi, dovuti alla presenza di ossido di calcio libero e/o ossido di magnesio cristallino; per la prova si usano le cosiddette "pinze di Le Chatelier".

La norma di riferimento da seguire per la prova di indeformabilità è la UNI EN 196-3.

Per i cementi d'alto forno, contenenti più del 7% di ossido di magnesio, l'espansione deve essere misurata in autoclave con vapore alla temperatura di 215 °C e su provini prismatici di 25 x 25 x 250 mm stagionati per un giorno a 20 °C ed umidità relativa non inferiore al 90%.

#### Modalità esecutive

Prima della esecuzione della prova, si preparerà la pasta cementizia con consistenza normale, componendo almeno tre provini.

La pinza di Le Chatelier usata per la prova sarà composta da un recipiente cilindrico in lamiera di ottone (di 30 mm di diametro e 30 mm di altezza) aperto lungo una generatrice, al quale saranno saldati due aghi o punte, inizialmente a contatto.

Riempiti i recipienti cilindrici con la pasta di cemento da testare si presterà attenzione alle punte in modo che non vengano divaricate all'inizio della prova e si lascerà a stagionare tutto per 24 h, a una temperatura di 20° C e una umidità relativa non inferiore al 75 %.

In seguito la pinza verrà messa in una vasca d'acqua in ebollizione (ovvero a 100 °C) per la durata di 3 ore, in modo da velocizzare alcune reazioni.

Infine si attenderà il raffreddamento della pinza e si misurerà il distacco delle punte.

#### **4.1.2) Prove fisiche - Determinazione del tempo di presa**

##### **Definizione**

Lo scopo della prova è quello di determinare il tempo di presa dei cementi e delle malte osservando la penetrazione di un ago nella pasta cementizia normale fino a quando non raggiunge un valore specifico.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione dei tempi di inizio e fine presa è la UNI EN 196-3.

##### **Modalità Esecutive**

Prima della esecuzione della prova, si preparerà la pasta cementizia con consistenza normale, componendo anche più di un provino. In particolare si peserà con la precisione di 1 g, 500 g di cemento e 125 g di acqua distillata.

##### **Determinazione del tempo di inizio presa.**

L'apparecchio da utilizzare, denominato Ago di Vicat, dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma di riferimento.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo dell'apparecchio di Vicat; in particolare, verificata che la temperatura del luogo di prova sia di  $20^{\circ}\text{C} \pm 1$  e che l'umidità relativa sia non inferiore al 90%, si avrà cura di controllare la verticalità dell'ago di prova e che la massa delle parti mobili sia complessivamente di  $300 \text{ g} \pm 1$ .

Trattandosi di un apparecchio automatico, si posizionerà il diagramma per registrare la profondità di penetrazione e selezionare i tempi e i relativi punti di acquisizione.

Si posizionerà lo stampo con la base sotto l'ago e si abbasserà lentamente l'ago fino al contatto con l'impasto.

Si libereranno le parti mobili in modo da permettere alla sonda di penetrare al centro dell'impasto.

L'apparecchio quindi registrerà la penetrazione della sonda e il tempo zero.

Le letture saranno eseguite ogni 10 minuti e in posizioni prestabilite. Si avrà cura di ripulire l'ago immediatamente dopo ogni registrazione.

Si considererà tempo di inizio presa del cemento, con precisione di 5 minuti, il tempo trascorso tra l'istante zero e quello che si avrà quando la distanza tra ago e piastra è di  $4 \text{ mm} \pm 1$ .

##### **Determinazione del tempo di fine presa.**

Terminata la determinazione dell'inizio presa, si capovolgerà lo stampo sulla piastra di base e si ripeteranno le operazioni come descritto precedentemente. Cambieranno però gli intervalli di registrazione, a 30 minuti.

Si considererà tempo di fine presa del cemento, con precisione di 15 minuti, il tempo trascorso tra l'istante zero e quello che si avrà quando l'ago per la prima volta non penetra più di 0,5 mm nel provino.

#### **4.1.3) Prove fisiche - Determinazione della finezza di macinazione**

##### **Definizione**

Lo scopo della prova è quello di rilevare, mediante setacciatura o mediante permeabilità all'aria, la finezza del cemento. Queste metodiche sono applicabili a tutti i cementi descritti nella UNI EN 197-1.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione della finezza di macinazione è la UNI EN 196-6.

##### **Modalità Esecutive**

L'apparecchiatura necessaria all'esecuzione della prova potrà comprendere i seguenti elementi:

- Staccio di prova di diametro nominale da 150 a 200 mm e profondità da 40 a 100 mm provvisto di una tela con luce di maglia di  $90 \mu\text{m}$
- Vassoio (sotto lo staccio)
- Coperchio
- Bilancia
- Cellula di permeabilità
- Disco perforato
- Pistone tuffante
- Manometro
- Liquido manometrico

- Cronometro
- Picnometro
- Bilancia/e (in grado di pesare 3g con un'approssimazione di 1mg (per il cemento) e 50 - 100 g con approssimazione di 10 mg (per il mercurio)
- Cemento di riferimento (avente superficie specifica  $S_o$  in  $\text{cm}^2/\text{g}$  nota)

L'ambiente in cui si eseguirà la prova di permeabilità dovrà essere mantenuto a una temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  ed umidità relativa  $\geq 65\%$ .

#### ***Esecuzione della prova - Metodo di stacciatura - Determinazione del residuo di cemento***

- Si agiterà il campione di cemento da sottoporre a prova per 2 minuti in un recipiente tappato
- Dopo 2 minuti di attesa si agiterà lentamente la polvere ottenuta utilizzando una bacchetta pulita
- Si inserirà il vassoio sotto lo staccio
- Si peseranno 10g di cemento (precisione di 0,01g) e si verseranno nello staccio facendo attenzione ad evitare perdite e disperdere gli eventuali grumi
- Si fisserà il coperchio sullo staccio e si comincerà ad agitare (con movimenti circolari, planari e lineari) fino a quando non passa più materiale attraverso lo staccio
- Si peserà il residuo e si esprimerà questa massa in percentuale (R1) della quantità messa inizialmente nello staccio con precisione dello 0,1%
- Si toglierà con delicatezza e con l'ausilio di una spazzola il materiale dalla base dello staccio e si rimetterà nel vassoio
- Si ripeterà la procedura utilizzando un nuovo campione di 10g per ottenere questa volta la massa in percentuale (R2)
- Si calcolerà il residuo del cemento R come media tra R1 ed R2 espressa in percentuale con precisione dello 0,1%
- Qualora i risultati differiscano per più dell'1% assoluto, si effettuerà una terza stacciatura e si calcolerà la media dei tre valori.

#### ***Prova di permeabilità all'aria - Determinazione del Volume del letto di cemento compattato***

Si procederà a determinare il volume del letto di cemento come di seguito indicato:

si applicherà una pellicola sottile di olio minerale leggero all'interno della cellula;

si porrà il disco perforato sullo spallamento della cellula;

si metteranno due dischi di carta da filtro nuovi sul disco perforato e ci si accerterà che entrambi coprano la base della cellula e rimangano piatti;

si riempirà la cellula di mercurio;

si elimineranno le eventuali bolle d'aria con l'utilizzo di una bacchetta asciutta e pulita;

si accerterà che la cellula sia piena e a tal fine si eserciterà una pressione, tramite l'utilizzo di una piastra di vetro, sulla superficie di mercurio fino a quando quest'ultimo sarà al livello della parte superiore della cellula;

si svuoterà la cella e si peserà il mercurio, registrandone il peso  $m_2$  del mercurio e la temperatura  $T_{2\text{merc}}$ ;

si toglierà uno dei due dischi di carta da filtro e si formerà un nuovo letto di cemento compattato (come espresso nella norma UNI EN 196-6);

si riempirà nuovamente la cellula di mercurio;

si elimineranno le eventuali bolle d'aria con l'utilizzo di una bacchetta asciutta e pulita;

si accerterà che la cellula sia piena e a tal fine eserciterà una pressione, tramite l'utilizzo di una piastra di vetro, sulla superficie di mercurio fino a quando quest'ultimo sarà al livello della parte superiore della cellula;

si svuoterà la cella e si peserà il mercurio, registrandone il peso  $m_3$  del mercurio e la temperatura  $T_{3\text{merc}}$ ;

Si calcolerà il volume  $V$  del letto compattato con la seguente formula:

$$V = \frac{m_2 - m_3}{\rho_H} \quad (\text{cm}^3) \text{ in cui } \rho_H \text{ è la densità del mercurio alla temperatura di prova } 20^\circ\text{C } \rho_H = 13,550 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

(valore ricavato dal prospetto I della UNI EN 196-6);

si ripeterà la procedura con letti di cemento fresco fino a quando non si otterranno due valori del volume  $V$  che differiscono non più di  $0,005 \text{ cm}^3$  e si registrerà, in tal caso, il valore medio dei due volumi, come volume  $V$  del letto di cemento in  $\text{cm}^3$ .

#### ***Determinazione della densità del cemento***

Si procederà ad agitare il campione di cemento da sottoporre a prova per 2 minuti in un recipiente tappato; dopo 2 minuti di attesa agiterà lentamente la polvere ottenuta utilizzando una bacchetta pulita; si determinerà la densità del cemento  $\rho$ , con precisione di  $0,01 \text{ g/cm}^3$ , attraverso l'utilizzo del picnometro e di un liquido non reagente, effettuando due misurazioni e registrandone il valore medio ottenuto, ( **$\rho$** ).

### **Formazione del letto**

Si peserà una quantità di cemento  $m1$  tale da ottenere un letto di cemento avente porosità  $e = 0,500$ . Si ricaverà tale quantità dalla seguente formula:  $m1 = 0.500 * \rho * V$

in cui

$\rho$  = densità del cemento in  $\text{g/cm}^3$ , calcolata come sopra descritto,

$V$  = volume del letto di cemento in  $\text{cm}^3$ , determinato come sopra descritto,

La massa  $m1$  di cemento così determinata, correttamente compattata, fornirà un letto di cemento di porosità  $e = 0,500$ ;

si metterà il disco perforato sullo spallamento presente sul fondo della cellula e si rimetterà un nuovo disco di carta da filtro;

si accerterà che il disco di carta da filtro copra completamente il disco perforato e sia piatto, premendo su di esso con una bacchetta asciutta e pulita;

si metterà la quantità di cemento  $m1$  pesata nella cellula facendo attenzione ad evitare perdite;

si picchetterà la cellula per livellare il cemento e si farà uso di un secondo disco di carta da filtro sul cemento livellato;

si inserirà il pistone tuffante fino ad ottenere il contatto con il disco di carta da filtro e si eserciterà su di esso una pressione delicata ma ferma fino a quando la faccia inferiore dello spallamento entra in contatto con la cellula;

si ritirerà lentamente il pistone tuffante di 5mm, lo ruoterà di  $90^\circ$  ed eserciterà nuovamente una pressione delicata ma ferma sul letto fino a quando lo spallamento del pistone tuffante entra in contatto con la cellula.

A quel punto, avendo raggiunto la compattazione del letto, si ritirerà lentamente il pistone tuffante e si procederà ad effettuare la prova di permeabilità.

### **Procedura di prova di permeabilità**

Si inserirà la superficie conica della cellula nell'alloggiamento della parte superiore del manometro utilizzando, se necessario, una piccola quantità di grasso leggero al fine di garantire la tenuta ermetica, ponendo attenzione a non perturbare il letto di cemento preparato;

si chiuderà la parte superiore del cilindro con idoneo tappo di chiusura;

si aprirà il rubinetto a maschio e con una leggera aspirazione si alzerà il livello del liquido manometrico fino alla linea incisa superiore;

si chiuderà il rubinetto a maschio e si accerterà che il livello del liquido manometrico rimanga costante. Nel caso scenda, si ripeterà il collegamento cellula/manometro e si controllerà il rubinetto a maschio ripetendo anche l'operazione di alzata per aspirazione del livello del liquido manometrico;

si toglierà il tappo dalla parte superiore del cilindro e si lascerà defluire il liquido;

si avvierà il cronometro non appena il liquido raggiungerà la seconda linea incisa e lo si bloccherà quando il liquido raggiunge la terza linea incisa;

si registrerà il tempo  $t1,1$  intercorso con precisione di  $0,2 \text{ sec}$  e la temperatura di prova  $T1,1$  con precisione di  $1^\circ\text{C}$ ;

si ripeterà la procedura sullo stesso letto e si registreranno i nuovi valori di tempo e temperatura ottenuti  $t1,2$  e  $T1,2$ ;

si preparerà un secondo letto fresco dello stesso cemento con un secondo campione, seguendo nuovamente quanto espresso sopra nella presente istruzione operativa. Nel caso non vi sia molto cemento a disposizione, si romperà il primo letto di cemento sul quale ha già effettuato la prova e si ricaverà il secondo letto dal riutilizzo del materiale del primo letto.

Si ripeterà per due volte la prova di permeabilità sul secondo letto formato e si registreranno i valori di tempo e temperatura  $t2,1$ ,  $T2,1$ ,  $t2,2$  e  $T2,2$ ;

A seguito dell'ultima lettura effettuata, si riporrà il materiale sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.

### **Determinazione della costante dell'apparecchiatura**

Si provvederà a preparare un letto di cemento compattato, utilizzando il cemento di riferimento proveniente da idonea fornitura per il laboratorio e se ne misurerà la permeabilità  $\mu$  in base alle procedure indicate ai punti indicati sopra nella presente istruzione operativa;

si eseguirà la prova di permeabilità, come espresso sopra, e se ne registrerà il tempo  $t$  e la temperatura di prova  $T$ ;  
 utilizzando lo stesso letto, si ripeteranno ulteriori due volte la prova di permeabilità e si registreranno gli altri due valori di tempo e temperatura;  
 si ripeteranno tutte le operazioni sopra indicate su altri due campioni dello stesso cemento di riferimento;  
 si calcoleranno per ogni campione le medie dei tre tempi e delle tre temperature, al fine di poter determinare per ogni campione (o letto di cemento) la costante  $K$  dell'apparecchiatura.  
 La media dei tre valori di  $K$  viene adottata come costante  $K$  dell'apparecchiatura.

### **Ritaratura dell'apparecchiatura**

L'uso ripetuto dell'apparecchiatura può determinare modifiche del volume del letto di cemento ( $V$ ) e della costante dell'apparecchiatura ( $K$ ) (a causa dell'usura della cellula, del pistone tuffante e del disco perforato). Queste modifiche possono essere determinate con l'ausilio del cemento di riferimento di cui è nota la superficie specifica  $S_0$

Il volume del letto di cemento e la costante dell'apparecchio devono essere ritirati, di norma, tramite l'utilizzo del cemento di riferimento:

- dopo 1000 prove
- in caso di utilizzo di fluido manometrico diverso da quello indicato dal produttore
- in caso di utilizzo di carta da filtro diversa da quello indicato dal produttore
- in caso di utilizzo di nuovo tubo manometrico
- in caso di deviazioni sistematiche del cemento di riferimento

### **Riferimenti di calcolo - Prova di permeabilità all'aria**

La superficie specifica del cemento  $S$ , espressa in  $\text{cm}^2/\text{g}$ , si calcola con la formula:

$$S = \frac{K}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{e^3}}{(1-e)} \cdot \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{0,1\eta}} \text{ in cui:}$$

$K$  = costante dell'apparecchiatura

$e$  = porosità del letto di cemento

$t$  = tempo misurato, in sec

$\rho$  = densità del cemento, in  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\eta$  = viscosità dell'aria alla temperatura di prova (ricavabile dal prospetto I della norma)

Ponendo  $e = 0,500$  e temperatura di prova =  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  risulta:

$$S = \frac{542,5 \cdot K \cdot \sqrt{t}}{\rho}$$

### **Costante dell'apparecchiatura**

La costante dell'apparecchiatura  $K$  si ottiene dalla media dei tre valori ricavati dai 3 campioni con la seguente formula:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}$$

I valori per ogni singolo campione si ricavano dalla seguente formula:

$$K_i = \frac{S_0 \cdot \rho_0 \cdot (1-e) \cdot \sqrt{0,1 \cdot \eta_0}}{\sqrt{e^3} \cdot \sqrt{t_0}}$$

da cui, per  $e = 0,500$  si ha:

$$K_i = 1,414 \cdot S_0 \cdot \rho_0 \cdot \frac{\sqrt{0,1 \cdot \eta_0}}{\sqrt{t_0}}$$

in cui:

$S_0$  = superficie specifica del cemento di riferimento, in  $\text{cm}^2/\text{g}$  (valore noto)

$\rho_0$  = densità del cemento di riferimento, in g/cm<sup>3</sup>

$t_0$  = media dei tre tempi misurati dalla prova di permeabilità, in sec

$\eta_0$  = viscosità dell'aria corrispondente alla media dei valori di viscosità per le 3 temperature

#### **4.1.4) Resistenza meccanica - Flessione e compressione su malta plastica**

##### **Definizione**

Lo scopo della prova è quello di determinare la resistenza a compressione e flessione delle malte.

Le norme di riferimento da seguire per le prove di flessione e compressione sono la UNI EN 1015-11 (per malte per opere murarie) e la UNI EN 197-1 (per le malte da cemento).

##### **Modalità esecutive**

###### *Prova di resistenza a flessione*

Si provvederà a collocare il prisma nella macchina di prova con una faccia laterale sui rulli di supporto e con l'asse longitudinale normale rispetto ai supporti. Applicando verticalmente il carico per mezzo del rullo di carico sulla faccia laterale opposta del prisma con una velocità uniforme di  $(50 \pm 10)$  N/s si procederà fino a rottura. Si predisporranno provini cubici di dimensioni 40 x 40 x 160 mm.

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni, a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.

Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

I semiprismi così ottenuti si possono conservare umidi anche per la prova di compressione.

###### *Prova di resistenza a compressione*

I mezzi prismi ottenuti dalla prova di flessione potranno essere sottoposti a compressione sulle facce laterali di sezione pari a 40 mm x 40 mm.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni, a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

Si provvederà quindi ad aumentare in modo uniforme il carico alla velocità di  $(2400 \pm 200)$  N/s per tutta la durata dell'applicazione del carico fino a rottura.

Al momento della rottura, si annoterà il valore di rottura (KN) e il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento);

Scaricata la macchina, i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

##### **Riferimenti per il calcolo**

Il calcolo della resistenza alla flessione,  $f$ , in N/mm<sup>2</sup>, risulta dall'equazione seguente:

$$f = 1,5 \frac{Fl}{bd^2}$$

dove per i valori di  $b$  e  $d$  possono essere considerate le dimensioni interne dello stampo.

#### **Art. 4.2 CALCESTRUZZI**

Per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione dei seguenti parametri caratteristici:

## Classe di resistenza del calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17 gennaio 2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica ( $f_{ck}$ ) e cubica ( $R_{ck}$ ) a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici.

**Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale**

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<i>Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura</i>		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
<i>Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55 [Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]</i>		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
<i>Classe di resistenza minima per strutture precomprese</i>		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
<i>Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75 [Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]</i>		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
<i>Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105</i>		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

Il direttore dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche di calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

## Tipologie di controlli

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A o di tipo B.

### Controllo di tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup> ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Si ricorda che un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario al confezionamento di 2 cubetti (provini). La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo.

### Esito del controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c \min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi : 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )
Dove: $R_{cm28}$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $R_{c \min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $s$ = scarto quadratico medio	

### Prelievo dei provini

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione sarà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvederà alla redazione di apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

## 4.2.1) Resistenza meccanica - Rottura a compressione

### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il valore di rottura a compressione su provini di conglomerato cementizio indurito di forma cubica e/o cilindrica.

In merito alla preparazione, al riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la conservazione ed il trasporto dei provini, si veda la UNI EN 12390-2. Per il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, il loro esame, la loro preparazione per le prove di resistenza a compressione, si veda invece la UNI EN 12504-1.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera. La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione è la UNI EN 12390-3

### Modalità esecutive

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

L'apparecchiatura da utilizzare per la prova di compressione dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma UNI EN 12390-4.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.



Riportato il provino in posizione di contrasto col piatto superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati, ed in merito si provvederà a trascrivere anche il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento).

I residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### **4.2.2) Resistenza meccanica - Rottura a flessione**

##### **Definizione**

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a trazione per flessione su provini prismatici di conglomerato cementizio indurito con carico concentrato al centro del provino.

La norma di riferimento da seguire per la prova di flessione è la UNI EN 12390-5.

##### **Modalità esecutive**

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.

Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### **4.2.3) Resistenza meccanica - Rottura a trazione indiretta (prova brasiliana)**

##### **Definizione**

La prova ha lo scopo di determinare il valore della resistenza a trazione su provini di conglomerato cementizio indurito cubici e/o provini cilindrici.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione indiretta è la UNI EN 12390-6.

##### **Modalità esecutive**

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

La forza di compressione sarà applicata lungo un segmento: per provini cubici il segmento viene compresso secondo le mezzerie di due facce parallele tramite due rulli di diametro pari allo spigolo del provino; per provini cilindrici la condizione viene realizzata collocandoli con l'asse orizzontale parallelo ai piatti della pressa e quindi comprimendoli secondo due opposte generatrici ad una velocità di prova che deve essere comunque pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### 4.2.4) Misura fisica - Prova di abbassamento al cono (slump test)

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misurazione dell'abbassamento al cono. Il calcestruzzo fresco è compattato in uno stampo a forma di tronco di cono. Lo stampo è sfilato verso l'alto e l'abbassamento del campione fornisce una misura della consistenza del calcestruzzo.

La norma di riferimento da seguire per la prova di abbassamento al cono è la UNI EN 12350-2.

##### Modalità esecutive

La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare:

- uno stampo per formare il campione che dovrà essere di metallo non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e con spessore di almeno 1,5 mm. Il suo interno deve essere liscio ed esente da sporgenze quali chiodature ed ammaccature. Lo stampo deve avere forma di tronco di cono cavo con le seguenti dimensioni interne con tolleranza di  $\pm 2$  mm:
  - diametro della base inferiore pari a 200 mm;
  - diametro della base superiore pari a 100 mm;
  - altezza pari a 300 mm.

Le basi inferiore e superiore dello stampo devono essere aperte, parallele fra di loro e ad angolo retto con l'asse del cono. Per poter tenere fermo lo stampo, questo deve essere munito di due maniglie nella parte superiore e di ganci di fissaggio alla piastra di base oppure di staffe sulle quali appoggiare i piedi. Lo sblocco degli eventuali ganci di fissaggio deve avvenire senza che si determini alcun movimento dello stampo stesso o alcuna interferenza con il calcestruzzo che si sta abbassando;

- una barra di costipazione, a sezione circolare, dritta, in acciaio, avente diametro di  $(16 \pm 1)$  mm, lunghezza di  $(600 \pm 5)$  mm ed estremità arrotondate;
- un imbuto (opzionale), di materiale non assorbente non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e corredato da un collare per consentire di collocare l'imbuto sullo stampo;
- un'asta, graduata da 0 mm a 300 mm, a intervalli non maggiori di 5 mm, con il punto zero ad una delle estremità;
- una piastra/superficie di base, piastra o altra superficie su cui collocare lo stampo, non assorbente, rigida e piana;
- una sessola.

Si presterà particolare attenzione alla procedura di riempimento del cono, avendo cura di farlo con stratificazioni successive e ben assestate con la barra di costipazione, in modo uniforme e coerentemente alle indicazioni di tempistica dettate dalla norma di riferimento.

La prova si intenderà valida solo se si ottiene un abbassamento vero, ottenendo cioè un calcestruzzo che rimane sostanzialmente intatto e simmetrico nei limiti dell'abbassamento consentito, non cedendo o scorrendo per taglio. In quest'ultimo caso deve essere utilizzato un altro campione e ripetere la prova.

Gli esiti e i relativi valori di abbassamento andranno annotati e registrati per ciascun provino.

#### 4.2.5) Misura fisica - Massa volumica del CLS fresco

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare sia in laboratorio che in cantiere la massa volumica del calcestruzzo fresco compattato.

La norma di riferimento da seguire per la prova di massa volumica è la UNI EN 12350-6.

##### Modalità esecutive

La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare un contenitore a tenuta stagna con sufficiente resistenza a flessione (ad esempio apparecchio per misura dei pori d'aria) con una superficie interna liscia e un bordo liscio. Il bordo e il fondo devono essere paralleli.

La dimensione minore del contenitore deve essere pari come minimo a quattro volte la dimensione nominale massima dell'inerte grossolano del calcestruzzo, ma non deve essere comunque inferiore a 150 mm. Il volume deve essere come minimo pari a 5 litri.

Si determinerà il peso del contenitore ( $m_1$ ) con una bilancia (precisione 0,10 %). Si verserà quindi il campione di calcestruzzo nel contenitore per poi costiparlo secondo le prescrizioni, si raserà il calcestruzzo traboccante con una riga, con un movimento a sega e si peserà il contenitore pieno ( $m_2$ ) con la stessa bilancia di precisione.

### Riferimenti per il calcolo

Il calcolo della massa volumica è effettuato in base alla seguente formula:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

dove:

D = massa volumica del calcestruzzo fresco, in  $\text{kgm}^3$ ;

$m_1$  = massa del contenitore, in  $\text{kgm}^3$ ;

$m_2$  = massa del contenitore più la massa del campione di calcestruzzo nel contenitore, in kg;

V = volume del contenitore, in  $\text{m}^3$ .

### Art. 4.3

### LATERIZI PER MURATURA E SOLAI

#### Materiali

Gli elementi da utilizzare per costruzioni in muratura portante debbono essere tali da evitare rotture. A tal fine gli elementi debbono possedere i requisiti indicati nel D.M. 17 gennaio 2018 con le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti disposti parallelamente al piano del muro continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante ( $f_{bk}$ ), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete ( $f_{bk}$ ), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

#### Prove di accettazione

Oltre a quanto previsto alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, la Direzione dei Lavori è tenuta 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 norme armonizzate della serie UNI EN 771.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni riportate al punto 11.10.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale) con caratteristiche di cui al punto 11.10. del D.M. 17 gennaio 2018.

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\phi$  ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ .

I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione  $\phi = 100 F/A$  dove:

- F è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
- A è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura  $\phi$  coincide con la percentuale in volume dei vuoti come definita dalla norma UNI EN 772-9.

La Tab. 4.5.Ia riporta la classificazione per gli elementi in laterizio.

**Tabella 4.5.Ia - Classificazione elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura $\varphi$	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15 \%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15 \% < \varphi \leq 45 \%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45 \% < \varphi \leq 55 \%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

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 della armatura la cui area non superi 70 cm<sup>2</sup>.

Non sono soggetti a limitazione i fori degli elementi in laterizio destinati ad essere riempiti di calcestruzzo o malta.

#### 4.3.1) Resistenza a compressione in direzione dei fori

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a compressione degli elementi in laterizio per muratura.

La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione in direzione dei fori é la UNI EN 772-1.

##### Modalità esecutive

Determinate le dimensioni del provino conformemente a quanto espresso dalla UNI EN 772-16, prima di procedere alla prova di resistenza si rimuoverà l'eventuale materiale superfluo aderente alla superficie del provino, si eseguirà la verifica della misura delle 3 dimensioni, controllando che per ognuna di esse la differenza tra il valore più grande e quello più piccolo misurate, rientri nei valori di tolleranza definiti dalla norma UNI EN 771-1.

Verificata la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, si procederà al condizionamento del provino per essiccazione all'aria, riportandone indicazione sull'apposita scheda, secondo uno dei due metodi previsti dalla norma UNI EN 772-1:

- a) conservando il provino in laboratorio per almeno 14 giorni in ambiente con temperatura  $T \geq 15^\circ\text{C}$  ed umidità relativa  $\leq 65\%$ ;
- b) essiccando il provino alla temperatura di  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$  per almeno 24 h e lasciandolo raffreddare a temperatura ambiente per almeno 4 ore.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore in modo tale che il carico sia applicato in direzione dei fori e nel baricentro della sezione resistente del provino.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di compressione, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec (a tal fine per la velocità si può far riferimento, in alternativa, al prospetto 2 della norma ai fini della scelta della velocità che consenta di raggiungere il carico massimo entro 1 minuto circa).

A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### 4.3.2) Resistenza a compressione trasversale ai fori

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a compressione degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione in direzione trasversale ai fori é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1.

##### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si verificherà la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, ed eventualmente si procederà ad effettuare una rettifica o spianatura delle facce. Verificato il parallelismo delle facce che entreranno a contatto con i piatti della pressa di prova non sia maggiore di 1°, si preparerà il provino da sottoporre a prova, formandolo con due laterizi associati sui lati da una malta di gesso di spianatura dello spessore massimo di 2cm.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore in modo tale che il carico sia applicato in direzione ortogonale ai fori e nel baricentro della sezione resistente del provino.

Si assicurerà altresì che tra i piatti della pressa e le superfici del provino siano interposti dei fogli di cartone dello spessore di 2 mm o, in alternativa, un foglio di piombo dello spessore di 1 mm.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di compressione, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec. A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### 4.3.3) Determinazione della percentuale di foratura

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la percentuale di foratura degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione della percentuale di foratura è la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1 come tipo 3 (blocchi di laterizio destinati a solai realizzati con travetti preconfezionati) ed il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 2 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

##### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si procederà al taglio del provino, con l'utilizzo di una mola taglia-forati, perpendicolarmente al senso di trafilatura in modo da realizzare una superficie dei setti piana e regolare. Se presenti, le imperfezioni (dovute al disco) della superficie tagliata di elimineranno tramite l'utilizzo di carta abrasiva e immergerà il provino in acqua per qualche minuto al fine di diminuire la capacità di assorbimento.

Si procederà quindi a tamponare i setti con inchiostro e si eseguirà un calco accurato della sezione avendo cura che l'inchiostro non debordi dai setti, misurando con il planimetro l'area totale del provino ( $A_{T,i}$  – area delimitata dal contorno esterno del provino) e l'area interessata dei fori ( $A_{F,i}$  – somma delle aree di tutti i fori del provino).

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

##### Riferimenti per il calcolo

La percentuale di foratura, per ogni elemento, è calcolata con la seguente formula:

$$P_{F,i} = \frac{A_{F,i}}{A_{T,i}} \times 100$$

in cui:

$P_{F,i}$  = percentuale di foratura, in %;

$A_{T,i}$  = area totale del provino, in mm<sup>2</sup> (ossia quella delimitata dal contorno esterno del provino);

$A_{F,i}$  = area interessata dei fori, in mm<sup>2</sup> (ossia la somma delle aree di tutti i fori del provino).

La percentuale di foratura del campione di prova, PF è dato dalla media dei valori dei singoli provini.

#### 4.3.4) Prova di punzonamento

## Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a punzonamento degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di punzonamento é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1 come tipo 3 (blocchi di laterizio destinati a solai realizzati con travetti preconfezionati) ed il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 10 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

## Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si verificherà la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, ed eventualmente si procederà ad effettuare una rettifica o spianatura delle facce. Verificato il parallelismo delle facce che entreranno a contatto con i piatti della pressa di prova non sia maggiore di 1°, si preparerà il provino da sottoporre a prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi laterali tondi da 20 mm di diametro e interponendo tra il piatto superiore ed il provino un punzone di legno duro di forma cubica, con lato di 50 mm.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di punzonamento, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm²sec. A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

### 4.3.5) Coefficiente di dilatazione lineare

## Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il coefficiente di dilatazione termica lineare per gli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione del coefficiente di dilatazione lineare é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1; il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 3 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

## Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura pari a 20°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà a ricavare con taglio opportuno tre listelli o barrette aventi lunghezza pari a 12 cm, altezza pari allo spessore del setto da cui si ricavano i provini e larghezza tale che sia rispettato il limite imposto dalla norma: altezza > larghezza.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni del singolo listello e si collocheranno in stufa alle seguenti condizioni:

- umidità relativa = 25%
- temperatura = 70 °C

Al raggiungimento delle condizioni ambientali imposte in stufa, si estrarranno i listelli e si misureranno nuovamente le dimensioni.

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

## Riferimenti per il calcolo

Il coefficiente di dilatazione termica lineare per ciascun listello, sarà dato dal decremento di lunghezza del listello tra la temperatura di 70 e 20°C , rapportato al millimetro e al °C, ossia:

$$\alpha_i = \frac{\Delta L_i}{L_{1,i} \cdot \Delta T_i} = \frac{L_{1,i} - L_{2,i}}{L_{1,i} \cdot (70 - 20)}$$

in cui

$a$  = coefficiente di dilatazione termica lineare, in mm/mm°C;

$L_{2,i}$  = lunghezza del listello dopo il condizionamento in stufa a  $T=70^{\circ}\text{C}$  e U.R.=25%;

$L_{1,i}$  = lunghezza iniziale del listello, alla temperatura di  $20^{\circ}\text{C}$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del campione di prova  $a$ , sarà calcolato come valore medio dei coefficienti di dilatazione dei singoli listelli estratti dai provini costituenti il campione.

#### 4.3.6) Prova di dilatazione per umidità

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la dilatazione convenzionale e potenziale degli elementi di laterizio per solai sottoposti all'azione dell'umidità.

La norma di riferimento da seguire per la prova di dilatazione per umidità è la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1; il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 4 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

##### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra  $15\div 27^{\circ}\text{C}$  ed una umidità relativa compresa tra  $40\div 80\%$ , si provvederà a ricavare con taglio opportuno listelli o barrette aventi lunghezza compresa tra 20 e 25 cm, altezza pari allo spessore del setto da cui si ricavano i provini e larghezza tale che sia rispettato il limite imposto dalla norma: altezza > larghezza.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni del singolo listello e si riporranno per 24 ore in ambiente a temperatura  $T=20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa uguale a 65%. Al termine delle 24 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{1,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra, e ne riporta i valori in mm. Si riporranno le barrette in stufa, incrementando la temperatura di  $50^{\circ}\text{C/h}$  fino a raggiungere i  $600^{\circ}\text{C}$ , e mantenendola per 4 ore.

Si lasceranno raffreddare le barrette, quindi, per 20 ore alla temperatura di  $70^{\circ}\text{C}$ .

Al termine delle 20 ore, si lasceranno per 2 ore in ambiente a temperatura  $T = 20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa = 65%, e al termine delle 2 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{2,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra riportandone i valori in mm.

Si immergeranno quindi le barrette in acqua bollente per 24 ore consecutive, al termine delle quali, si rimuoveranno le barrette dal recipiente e si conserveranno per 24 ore in ambiente a temperatura  $T = 20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa = 65%.

Al termine delle ulteriori 24 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{3,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra, riportandone i valori in mm.

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

##### Riferimenti per il calcolo

Le variazioni dimensionali saranno espresse in millimetri al metro.

Per ciascuna barretta l'accorciamento dopo la ricottura è definito dalla differenza tra le medie delle 2 misure fatte ad intervalli di 3 ore, rispettivamente prima e dopo la cottura, ossia:

$$\text{accorciamento} = (L_{1,m,i} - L_{2,m,i})$$

Nel caso che la ricottura provochi un allungamento, ossia risulti questo  $(L_{1,m,i} - L_{2,m,i}) < 0$ , questo si pone uguale a zero.

La dilatazione convenzionale all'umidità è definita dalla differenza tra le medie delle misure fatte sulla barretta prima e dopo l'introduzione in acqua bollente, ossia:

$$\text{dilatazione convenzionale} = (L_{2,m,i} - L_{3,m,i})$$

La dilatazione potenziale all'umidità è definita dalla differenza tra la dilatazione convenzionale e l'accorciamento per ricottura, ossia:

$$\text{dilatazione potenziale} = (L_{2,m,i} - L_{3,m,i}) - (L_{1,m,i} - L_{2,m,i})$$

La dilatazione potenziale e quella convenzionale, per il campione di prova, sono ottenute dalla media aritmetica dei valori ottenuti dalle barrette prelevate dai provini costituenti il campione di prova.

#### **4.3.7) Prova di assorbimento acqua**

##### **Definizione**

La prova ha lo scopo di determinare l'assorbimento di acqua negli elementi di muratura di laterizio.

La norma di riferimento da seguire per la prova di assorbimento acqua é la UNI EN 771-1. Il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 10 elementi, come indicato nell'Appendice C della UNI EN 771-1.

##### **Modalità esecutive**

Determinate le dimensioni del provino conformemente a quanto espresso dalla UNI EN 772-16, prima di procedere alla prova di resistenza si rimuoverà l'eventuale materiale superfluo aderente alla superficie del provino.

I provini costituenti il campione di prova saranno riposti in stufa e si faranno essiccare alla temperatura di 105°C, fino al raggiungimento della massa costante per gli stessi. A tal fine si considera il raggiungimento della massa costante se, durante il processo di essiccazione in pesature successive con un intervallo non minore di 24 h, la perdita in massa fra i due accertamenti risulta minore dello 0,2% della massa totale.

Si procederà quindi alla pesa dei provini e alla registrazione della massa secca di ognuno.

Si collocherà quindi ogni provino nella vasca di acqua a temperatura ambiente e si assicurerà che l'acqua sia a contatto con tutte le facce dell'elemento adagiando gli elementi su piccoli supporti distanziatori e si lasceranno sommersi per 24 h.

Prelevati gli elementi dalla vasca e asciugata dalla superficie l'acqua in eccesso con un panno o una spugna, si peseranno i provini e si registrerà la massa umida di ognuno.

A prova conclusa si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

##### **Riferimenti per il calcolo**

L'assorbimento di acqua per ciascuno provino sarà calcolato con la seguente formula:

$$w_{m,i} = \frac{m_{w,i} - m_{d,i}}{m_{d,i}} \cdot 100$$

in cui:

$m_{w,i}$  = massa umida del provino, in kg;

$m_{d,i}$  = massa secca del provino, in kg.

L'assorbimento di acqua  $w_m$  del campione di prova, sarà calcolato come valore medio dei valori ottenuti per i singoli provini.

#### **Art. 4.4 ACCIAI**

Gli acciai per cemento armato sono classificati in due diverse tipologie:

- Acciaio per cemento armato di tipo B450C;
- Acciaio per cemento armato di tipo B450A.

##### **Acciaio per cemento armato di tipo B450C**

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{t\text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$ .



e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ )	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ )	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento ( $f_t / f_y$ ) <sub>k</sub>	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ( $f_y / f_{y \text{ nom}}$ ) <sub>k</sub>	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\phi < 12 \text{ mm}$ per $12 \leq \phi < 16 \text{ mm}$ per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$ per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	4 $\phi$ 5 $\phi$ 8 $\phi$ 10 $\phi$	

### Acciaio per cemento armato di tipo B450A

L'acciaio per cemento armato B450A è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$ .

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ )	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ )	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento ( $f_t / f_y$ ) <sub>k</sub>	$\geq 1,05$	10.0

Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ( $f_y / f_{y, nom}$ ) <sub>k</sub>	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche per $\phi < 10 \text{ mm}$	4 $\phi$	

#### 4.4.1) Prove di trazione - su spezzoni da cemento armato

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento percentuale a rottura su barre di acciaio per conglomerati cementizi armati.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione é la UNI EN ISO 6892-1.

##### Modalità esecutive

Rilevato e annotato il marchio presente sulla barra indicante il produttore, (vedi elenco messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - [www.cslp.it](http://www.cslp.it)), la barra della lunghezza di almeno 1.05 metri, verrà pesata e sezionata in lunghezze idonee alle prove.

La barra sarà misurata con la precisione del millimetro; con l'impiego della tranciatrice verrà tagliata una provetta di circa 60 cm. La parte restante sarà utilizzata per la prova di piega.

La barretta verrà tacchettata per tutta la sua lunghezza ogni cm.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta tra le ganasce adatte.

Durante la fase elastica, che si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento, si rileverà il valore immediatamente prima della ripresa di incremento, individuando quindi lo Snervamento totale.

Durante la fase plastica, si aumenterà il carico di forza fino alla rottura della barretta. Il valore massimo letto alla macchina, corrisponderà al valore di rottura totale.

L'allungamento invece verrà determinato misurando la lunghezza a fine prova di un numero di segmenti, includenti al centro la sezione di rottura, pari a 5 volte il diametro della barra che verrà messo in relazione con la lunghezza iniziale. La differenza, divisa per  $L_0$ , e rapportata a 100 rappresenterà il valore di allungamento percentuale a rottura.

Verrà infine recuperato il grafico del diagramma carichi-cedimenti e su di esso si annoterà: il n° di pratica, il n° del provino, il diametro del provino, la scala utilizzata dalla macchina, la data di prova e la firma.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

#### 4.4.2) Prove meccaniche - resistenza al distacco del nodo per reti e tralicci elettrosaldati

##### Definizione

Scopo della prova è la determinazione della forza di taglio della saldatura su provette metalliche di reti e tralicci elettrosaldati, con fili lisci o nervati, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per reti e tralicci con acciai B450A e diametro compreso fra 6 e 16 mm per reti e tralicci con acciai B450C.

La norma di riferimento da seguire per la prova é la UNI EN ISO 15630-2.

##### Modalità esecutive

Da una rete, di dimensioni di almeno 1.05 m x 1.05 m, si ricaveranno tre fili di rete di lunghezza 1.05 mt cadauno e da ognuno dei fili si ricavano n. 3 provette destinate a: prova di trazione, prova di piega e di distacco al nodo.

##### *Prova di Distacco al nodo*

Accertato che la provetta contenga almeno un nodo elettrosaldato e che allo stesso sia legato il filo nella

direzione ortogonale e lungo 2 cm + 2 cm, si fisserà la parte libera del provino alle ganasce superiori della macchina ed il nodo alla parte inferiore tramite un apposito giunto di bloccaggio.

Si eseguirà quindi la prova in fase elastica, che si esaurirà con il raggiungimento del valore massimo quando si registrerà il distacco dal nodo.

#### Riferimenti per il calcolo

Il diametro della barra equipesante è  $D = \sqrt{\frac{P}{L} \times 0.162}$  [espresso in mm]

la sezione reagente  $S = D^2 \times 0.79539$  [mm<sup>2</sup>]

$\frac{P}{L}$  è il peso a metro lineare "P/ml", dove:

P = peso della barra espresso in grammi; L = la lunghezza della barra espressa in metri.

La forza di distacco al nodo va confrontata con il Valore di riferimento =  $0.12 \times S$  [KN]

#### 4.4.3) Prove meccaniche - piegamento e raddrizzamento

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il comportamento dei materiali metallici, attraverso la piega di una provetta rettilinea a sezione piena, circolare o poligonale, ad una deformazione plastica. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non superiore 12 mm si effettua solo la prova di piega fino a raggiungere una forma ad U.

Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non inferiore a 14 mm si effettua prima la prova di piega fino 90° e poi il raddrizzamento fino a 20°.

Le norme di riferimento da seguire per la prova di piegamento e raddrizzamento sono la UNI EN ISO 7438 e la UNI EN ISO 15630-2.

##### Modalità esecutive

Accertata la conformità della provetta a quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 6892-1, si misurerà con il calibro in più punti lo spessore della barretta registrandone i valori.

I rulli della macchina per la prova di piega verranno fissati alla distanza conforme al diametro della barra da provare e si sottoporrà la provetta ad una piega con angolo noto (90° nel caso di barre per cemento armato); dopodiché si arresterà la macchina e si esaminerà la provetta alla ricerca di cricche.

Nel caso di barre in acciaio per cemento armato, di diametro non inferiore a 14 mm, si procederà al condizionamento per almeno 30' a 100°C e al successivo raffreddamento in aria e si procederà al parziale raddrizzamento della barretta ad un minimo di 20°, quindi si esaminerà la barretta alla ricerca di cricche.

La presenza o meno di cricche, verrà trascritta, riportando la dicitura "favorevole" se la prova è superata senza la presenza di cricche, "non favorevole" in caso contrario.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

#### 4.4.4) Prove e misure speciali - Resilienza di Charpy a temperatura ambiente ed a freddo

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la fragilità di un acciaio a determinate temperature. Si sottopongono a prova di resilienza provette ricavate da profilati, scatolari, lamiere.

Le norme di riferimento da seguire per la prova di resilienza di Charpy (a temperatura ambiente ed a freddo) sono le UNI EN ISO 148-1, (parte 1 - 2 - 3) e la UNI EN ISO 14556 (per macchine di prova con pendolo strumentato).

##### Modalità esecutive

Accertata la conformità delle provette se ne misureranno con il calibro le dimensioni e se ne registreranno i valori.

Qualora la prova debba essere effettuata a freddo, si conserveranno nella cella frigo le provette da provare a una temperatura di  $-20^{\circ}\text{C}$ ; dopo circa mezz'ora si controllerà la temperatura della cella per verificare che essa sia uguale al valore imposto; in caso affermativo si farà trascorrere un'altra mezz'ora dopodiché si preleveranno le provette dalla cella e con sollecitudine si eseguirà la prova descritta di seguito.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta nell'apposita sede prevista curando che la parte su cui impatterà il maglio sia quella intera e si azzeri la lancetta di misurazione.

Controllato che la prova possa essere svolta nella massima sicurezza, il lavoro svolto dal maglio verrà arrestato elettricamente, si rileverà il valore, espresso in Joule, su cui la lancetta si sarà fermata e si trascriverà.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

#### Art. 4.5

#### Compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP)

I sistemi di rinforzo **preformati** sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: modulo elastico e tensione di rottura.

Tali caratteristiche, valutate in regime di trazione uniassiale, devono essere riferite all'unità di superficie complessiva della sezione retta della lamina, ortogonalmente alla direzione delle fibre.

La successiva Tabella 1 riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalle Linee Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche, da calcolarsi come indicato al successivo punto "Prove di qualificazione di tipo meccanico".

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

Ai fini dell'avvio della procedura per il rilascio del CVT (Certificato di Valutazione Tecnica), dove il richiedente è nel seguito denominato "Fabbricante", sono richieste prove iniziali di tipo. Le prove devono essere effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per l'esecuzione di prove su FRP, nel seguito "Laboratorio incaricato".

Le prove devono essere condotte da personale qualificato, con comprovata esperienza nella

caratterizzazione dei materiali compositi, e devono essere eseguite utilizzando attrezzature di prova idonee ed opportunamente tarate.

In relazione alle suddette prove, si ritiene opportuno precisare che la richiesta di prove al Laboratorio deve essere presentata direttamente dal Fabbricante, escludendo che le stesse siano effettuate dall'eventuale produttore originario, quando questo sia diverso dal Fabbricante; è altresì opportuno, infine, precisare che i campioni, da sottoporre a prova, devono essere realizzati dal Fabbricante, in collaborazione con il Laboratorio incaricato, utilizzando materiali provenienti da lotti prodotti in proprio, se il Fabbricante è anche Produttore, ovvero da lotti regolarmente acquistati, quando il Fabbricante si serve di eventuali produttori esterni, come nel seguito specificato.

Le prove devono essere effettuate per tutti i diversi prodotti presenti in catalogo, intendendo, per "diversi prodotti", quelli che appartengano a classi diverse, oppure siano realizzati con un differente accoppiamento di fibre e resina (tipologia, caratteristiche, percentuali in peso o in volume), oppure siano prodotti con un diverso processo produttivo.

Il Fabbricante deve tenere un apposito Registro delle prove, dove, per ogni prodotto, devono essere riportati, per le eventuali elaborazioni statistiche, i dati caratteristici relativi ai campioni esaminati, i valori medi, gli scarti quadratici ed ogni altra informazione significativa, sia relativamente alle prove iniziali di tipo sia ai futuri controlli di fabbricazione.

#### **4.5.1) Prove di qualificazione di tipo meccanico**

Per ogni prodotto da sottoporre a prova, il Laboratorio incaricato preleva, presso lo stabilimento del Fabbricante, una serie di 15 campioni, ricavati da 3 diversi lotti (5 per ogni lotto), facendo riferimento a lotti prodotti in proprio, se il Fabbricante è anche Produttore, ovvero regolarmente acquistati, se il Fabbricante si serve di un Produttore esterno.

Si suggerisce che la larghezza dei campioni da sottoporre a prova sia compresa nell'intervallo 25-70 mm; la loro lunghezza può variare nell'intervallo 250-350 mm, al netto delle porzioni necessarie per gli afferraggi. Si suggerisce una velocità di prova – effettuata a controllo di spostamento - variabile nell'intervallo 0,5 ÷ 2,0 mm/min.

Le prove devono essere eseguite in un ambiente caratterizzato da una temperatura di  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , e da una umidità relativa di 40-70 %.

Sui campioni sono determinati, a cura del Laboratorio incaricato, il valore medio del modulo elastico e quello caratteristico della tensione di rottura, entrambi nella direzione delle fibre. Il valore caratteristico è calcolato sottraendo al valore medio della tensione di rottura il doppio della deviazione standard. I suddetti valori devono risultare non inferiori ai corrispondenti valori nominali della classe di appartenenza.

Nel caso in cui il risultato della qualifica non consentisse l'assegnazione del prodotto alla classe richiesta dal Fabbricante, si prelevano altri 5 campioni dallo stesso lotto di produzione che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### **4.5.2) Prove cicliche di gelo-disgelo**

Con le stesse modalità di cui alla prova di tipo meccanico, il Laboratorio incaricato preleva una coppia di campioni da ciascuno dei 3 diversi lotti di produzione di cui al punto precedente (totale 6 campioni). Tutti i campioni devono essere relativi ad uno stesso prodotto preformato. Uno dei campioni di ciascuna coppia è sottoposto a cicli di gelo-disgelo mediante la seguente procedura.

Esso è condizionato in una camera umida per una settimana, ad una umidità relativa non inferiore al 90% e ad una temperatura di  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ ; successivamente, è sottoposto a 20 cicli di gelodisgelo. Ciascun ciclo consiste di almeno 4 ore a  $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ , seguite da 12 ore in una camera umida (umidità relativa non inferiore al 90%, temperatura  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Alla fine dei 20 cicli di gelo-disgelo, il campione viene controllato visivamente per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, come erosioni, desquamazioni, fessurazioni e screpolature. Sia il campione assoggettato a cicli di gelo-disgelo, che quello non assoggettato sono quindi sottoposti a prova di trazione, determinando i valori medi del modulo elastico e della tensione di rottura.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale (con ingrandimento 5x) ed inoltre i valori medi del modulo elastico e della tensione di rottura dei campioni assoggettati a cicli di gelo-disgelo risultano non inferiori all'85% dei corrispondenti valori medi dei campioni non condizionati.

Nel caso in cui il risultato della prova di qualificazione dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 campioni da ciascuno dei lotti di produzione che ha dato eventualmente luogo al risultato negativo, da sottoporre a cicli di gelo e disgelo e successiva prova, e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di

perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### 4.5.3) Prove di invecchiamento artificiale

Con le modalità già descritte alla prova di tipo meccanico, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori 9 coppie di campioni (3 coppie per ciascun lotto di produzione, totale 18 campioni); di questi, 3 campioni sono utilizzati per la prova di resistenza all'umidità, 3 campioni per la prova di resistenza agli ambienti salini e 3 campioni per la prova di resistenza agli ambienti alcalini.

I 9 campioni invecchiati artificialmente, come indicato in Tabella 2, sono controllati visivamente (con ingrandimento 5x) per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, quali erosioni, desquamazioni, fessurazioni o screpolature.

Il Fabbrikante può scegliere una durata dell'invecchiamento di 1000 ore oppure di 3000 ore.

Sia i campioni invecchiati artificialmente che quelli non invecchiati sono quindi sottoposti a prova di trazione nella direzione delle fibre.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico dei campioni assoggettati ad invecchiamento artificiale risultano non inferiori all'85% dei corrispondenti valori medi dei campioni non invecchiati, per il caso di durata dell'invecchiamento di 1000 ore, ovvero all'80% nel caso di durata dell'invecchiamento di 3000 ore.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 campioni da ciascuno dei lotti di produzione che ha dato eventualmente luogo al risultato negativo, da sottoporre a cicli di invecchiamento e successiva prova, e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

Tipo di prova	Norma di riferimento	Condizioni di prova	Durata della prova (ore)	Percentuale conservata (ore)
Resistenza all'umidità	ASTM D 2247-11 ASTM E 104-02	umidità relativa: non inferiore al 90% temperatura: 38+-2 °C	1000 o	85 o
Resistenza agli ambienti salini	ASTM D 1141-98 ASTM C 581-03	immersione a 23 +-2 °C		
Resistenza agli ambienti alcalini	ASTM D7705/D7705M	immersione in soluzione con pH=9,5; temperatura: 23 +-2 °C	(3000)	(80)

#### 4.5.4) Prove periodiche di verifica della qualità

Per quanto riguarda le prove di controllo continuo della produzione, con la cadenza stabilita nei piani di controllo interni, devono essere periodicamente prelevati dei campioni di prodotto finito, dal ciclo produttivo ovvero dalle forniture; su questi devono essere eseguite le verifiche finalizzate al controllo delle principali proprietà geometriche, fisiche e meccaniche. I suddetti controlli possono essere effettuati in laboratori interni o presso qualificati laboratori esterni.

Oltre ai controlli interni continui della produzione di cui sopra, il Laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, a intervalli non superiori a dodici mesi, operando su 6 campioni prelevati da due differenti lotti, da produzione o da forniture, in ragione di 3 campioni per lotto; sui predetti campioni il Laboratorio incaricato esegue e certifica le prove di trazione per la determinazione della tensione di rottura e del modulo elastico nella direzione delle fibre, secondo le modalità già illustrate nei paragrafi delle prove di tipo meccanico per i preformati e per i sistemi impregnati.

Qualora i valori minimi del modulo elastico e della tensione di rottura risultassero inferiori ai corrispondenti valori nominali, il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al STC; in tal caso i lotti da cui sono stati prelevati i campioni non potranno essere commercializzati. Il Fabbrikante dovrà ovviare alle cause che hanno

dato luogo al risultato insoddisfacente sulla specifica linea di produzione e quindi ripetere le prove. Ad esito positivo delle prove il Fabbrikante dovrà comunicare al STC i dettagli degli interventi effettuati per la rimozione delle cause e i risultati delle prove.

I risultati di dette prove, siano essi positivi o negativi, devono essere riportati nel Registro di controllo della produzione dello specifico prodotto.

I certificati delle prove periodiche devono contenere almeno i seguenti dati:

- identificazione univoca del certificato (laboratorio, numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- indicazione del Fabbrikante, del tipo di prodotto e dei campioni da provare utilizzando il sistema di identificazione – tracciabilità adottato dal Fabbrikante, tipo di provvedimenti adottati dal Fabbrikante in caso di precedenti insuccessi;
- data del prelievo dei campioni;
- luogo e data di effettuazione delle prove;
- dimensioni nominali ed effettive del campione;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- valori delle grandezze misurate.

I certificati devono essere firmati dal Direttore del Laboratorio.

### **Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui alla presente Linea Guida si applicano anche a Fabbrikanti esteri che intendano commercializzare ed impiegare in Italia i propri sistemi di rinforzo.

Nel caso in cui tali Fabbrikanti siano provvisti di un'analoga qualificazione rilasciata dalle rispettive Autorità estere competenti, il Fabbrikante può inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, trasmettendo contestualmente la competente documentazione relativa ai prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio. Tale equivalenza, previa valutazione positiva del STC, è sancita con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentita la competente Sezione.

Devono comunque essere eseguiti i controlli di accettazione in cantiere disposti dal Direttore dei Lavori.

E' consentito al Fabbrikante impiegare, nella produzione del sistema FRP, un componente proveniente dall'estero a condizione che tale componente sia preventivamente qualificato secondo la normativa applicabile e sotto la sua esclusiva responsabilità.

## CAPITOLO 5 – IMPIANTISTICA

### Art. 5.1 GLI IMPIANTI

#### Generalità

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Appaltatore; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

### Art. 5.2 COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte.

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato e, ove necessario, le caratteristiche e prescrizioni di enti preposti o associazioni di categoria quali UNI, CEI, UNCSAAL ecc.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

#### 5.2.1) Apparecchi Sanitari

- 1 Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:
  - durabilità meccanica;
  - robustezza meccanica;
  - assenza di difetti visibili ed estetici;
  - resistenza all'abrasione;
  - pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
  - resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
  - funzionalità idraulica.
- 2 Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 997 per i vasi, UNI 4543 e UNI EN 80 per gli orinatoi, UNI EN 14688 per i lavabi, UNI EN 14528 per i bidet.



Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543 relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al punto 1.

- 3 Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8196 per vasi di resina metacrilica; UNI EN 198 per vasche di resina acrilica; UNI EN 14527 per i piatti doccia ad impiego domestico; UNI 8195 per bidet di resina metacrilica.
- 4 Per tutti gli apparecchi e per una loro corretta posa, vanno rispettate le prescrizioni inerenti le dimensioni e le quote di raccordo previste nelle specifiche norme di seguito richiamate:
  - per i lavabi, norma UNI EN 31;
  - per i lavabi sospesi, norma UNI EN 32;
  - per i vasi a pavimento a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 33;
  - per i vasi a pavimento a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 37;
  - per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 34;
  - per i vasi sospesi a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 38;
  - per i bidet a pavimento, norma UNI EN 35;
  - per gli orinatoi a parete, norma UNI EN 80;
  - per i lavamani sospesi, norma UNI EN 111;
  - per le vasche da bagno, norma UNI EN 232;
  - per i piatti doccia, norma UNI EN 251, mentre per gli accessori per docce, norme UNI EN 1112 e 1113.

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

### **5.2.2) Rubinetti Sanitari**

- a) I rubinetti sanitari, rappresentati sugli elaborati grafici di installazione secondo la norma UNI 9511 e considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
  - rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
  - gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
  - miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale (UNI EN 817);
  - miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.
- b) I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
  - tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
  - conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
  - proporzionalità fra apertura e portata erogata;
  - minima perdita di carico alla massima erogazione;
  - silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
  - facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
  - continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori). La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 per rubinetti a chiusura automatica PN 10 la norma UNI EN 816 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

- c) I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manutenzionale, ecc.

Tutte le rubinetterie dovranno essere preventivamente accettate, a giudizio insindacabile, dalla Direzione dei lavori. Tutti gli apparecchi dovranno essere muniti del certificato di origine, da presentare unitamente alla campionatura, attestante le qualità e le caratteristiche tecniche del prodotto.

### **5.2.3 Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nella norma UNI 4542.

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolazione per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme UNI EN 274; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

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

### **5.2.4 Tubi di Raccordo Rigidi e Flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)**

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

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

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alle corrispondenti norme UNI specifiche tra le quali: UNI EN ISO 7686, UNI EN ISO 10147, UNI EN ISO 9852, UNI EN ISO 3501, UNI EN ISO 3503, UNI EN ISO 3458, UNI EN 969, UNI EN ISO 2505, UNI EN ISO 1167, UNI EN ISO 4671, UNI EN ISO 15875-3, UNI EN ISO 22391-3 e UNI EN 15014. Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

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

### **5.2.5 Rubinetti a Passo Rapido, Flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)**

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

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

### **5.2.6 Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)**

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

- troppopieno di sezione, tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo tale che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte, per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento UNI EN ISO 5135.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma UNI EN 997.

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

### **5.2.7) Tubazioni e Raccordi**

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

- a) nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.  
I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI EN 10224 e UNI EN 10255.  
I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.
- b) I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN 1057; il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.
- c) I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 1452-2 e UNI EN 12201; entrambi devono essere del tipo PN 10.
- d) I tubi di piombo sono vietati nella distribuzione di acqua.

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

### **5.2.8) Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe**

- a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI EN 1074.  
Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI EN 12729.  
Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126-1.  
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.
- b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI EN ISO 9906 e UNI EN ISO 9905.

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

### **5.2.9) Apparecchi per produzione di acqua calda**

Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della Legge 1083 del 6 dicembre 1971.

Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della Legge 1° marzo 1968 n. 186, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.

Gli scaldacqua a pompa di calore aria/acqua trovano riferimento nella norma UNI EN 16147.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).

## **Art. 5.3**

## **ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

a) Impianti di adduzione dell'acqua potabile.

b) Impianti di adduzione di acqua non potabile.

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

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

a) Fonti di alimentazione.

b) Reti di distribuzione acqua fredda.

c) Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182 - UNI EN 806 e la UNI 9511.

a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure

2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure

3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli (I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione) devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;

- essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;

- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;

- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m<sup>3</sup> ed un ricambio di non meno di 15 m<sup>3</sup> giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;

- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

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

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;

- le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;

- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;

- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le

superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;

- nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;
  - le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.
- c) Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre rispettare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari norma UNI 9182 e le disposizioni particolari necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata (d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e D.M. 236/89).
- Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8.
- Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue.

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
- In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.
- b) Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182, punti 25 e 27. Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

#### **Art. 5.4**

#### **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Inoltre l'impianto di scarico delle acque usate deve essere conforme alle disposizioni della Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che

trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

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

- parte destinata al convogliamento delle acque (racordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte designata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato: UNI EN 10224 e UNI EN 10255 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI ISO 5256, UNI EN 10240, UNI 9099, UNI 10416-1 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alla UNI EN 877, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di gres: devono rispondere alla UNI EN 295;
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla UNI EN 588;
- tubi di calcestruzzo armato/non armato devono essere conformi alle norme vigenti;
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
  - tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1329-1;
  - tubi di PVC per condotte interrato: norme UNI applicabili;
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato: UNI EN 12666-1;
  - tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1519-1.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
  - b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
  - c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
  - d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90° C circa;
  - e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
  - f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
  - g) resistenza agli urti accidentali.
- In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
  - i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
  - l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
  - m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
  - n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non

- inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, i cui elaborati grafici dovranno rispettare le convenzioni della norma UNI 9511-5, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

- 1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
- 2) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.
- 3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.  
Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
- 4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.  
Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.
- 5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI EN 12056. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:
  - essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
  - essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
  - devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
- 6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
- 7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.  
La loro posizione deve essere:
  - al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
  - ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
  - ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
  - ad ogni confluenza di due o più provenienze;
  - alla base di ogni colonna.Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.  
Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40÷50 m.
- 8) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per

diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

- 9) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
- 10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Impianti trattamento dell'acqua.

1 Legislazione in materia.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nel d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

2 Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico.

Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico da consegnare al recapito finale devono essere conformi a quanto previsto nell'Allegato 5 alla Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

3 Limiti di emissione degli scarichi idrici.

Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

4 Caratteristiche dei componenti.

I componenti tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi:

Le caratteristiche essenziali sono:

- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;
- una ragionevole durabilità.

5 Collocazione degli impianti.

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al precedente punto relativo ai requisiti degli impianti di trattamento.

6 Controlli durante l'esecuzione.

E' compito della Direzione dei Lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.



#### Collaudi.

Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere. A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercizio sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.

Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.

Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto. Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.

A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque usate opererà come segue.

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale) verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta all'acqua eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

b) Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

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

### **Art. 5.5** **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

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

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico-artistici.

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

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

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

- 2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
  - a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
  - b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, definiti nella norma UNI EN 12056-3, oltre a quanto detto al comma a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto detto sopra;
  - c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI EN 10088;
  - d) per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.
- 3 Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma UNI EN 12056-3.
  - a) Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo "*Impianti di scarico acque usate*". I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.
  - b) I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone.  
Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.
  - c) Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.
- 4 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.
  - a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).  
Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.
  - b) Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

La Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

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

#### **Art. 5.6**

### **IMPIANTI DI ADDUZIONE GAS**

Si intende per impianti di adduzione del gas l'insieme di dispositivi, tubazioni, ecc. che servono a fornire il gas agli apparecchi utilizzatori (cucine, scaldacqua, bruciatori di caldaie, ecc.).

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di adduzione del gas ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

La Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione procederà come segue:

- verificherà l'insieme dell'impianto a livello di progetto per accertarsi che vi sia la dichiarazione di conformità alla legislazione antincendio e alla legislazione di sicurezza (legge 6 dicembre 1971, n. 1083, e al DM 37/2008). [Per il rispetto della legge 1083/1971 "Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile" si devono adottare e rispettare tutte le norme UNI che decreti ministeriali hanno reso vincolanti ai fini del rispetto della legge stessa].
- verificherà che la componentistica approvvigionata in cantiere risponda alle norme UNI-CIG rese vincolanti dai decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1083/71 e s.m.i. e del D.M. 37/2008, e per la componentistica non soggetta a decreto, verificherà la rispondenza alle norme UNI; questa verifica sarà effettuata su campioni prelevati in sito ed eseguendo prove (anche parziali) oppure richiedendo un attestato di conformità (Per alcuni componenti la presentazione della dichiarazione di conformità è resa obbligatoria dai precitati decreti e può essere sostituita dai marchi IMQ e/o UNI-CIG) dei componenti e/o materiali alle norme UNI;
- verificherà in corso d'opera ed a fine opera che vengano eseguiti i controlli ed i collaudi di tenuta, pressione, ecc. previsti dalla legislazione antincendio e dalle norme tecniche rese vincolanti con i decreti precitati.

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

#### **Art. 5.7**

### **IMPIANTO ELETTRICO E DI COMUNICAZIONE INTERNA**

#### **5.7.1) Disposizioni Generali**

##### **1 Direzione dei Lavori.**

La Direzione dei Lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori. Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

##### **2 Norme e leggi.**

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla normativa vigente ed in particolare al D.M. 22/01/2008, n. 37. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Si riportano a titolo meramente esemplificativo le seguenti norme:

- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.
- CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.
- CEI 103-1. Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

### 5.7.2) Caratteristiche Tecniche degli Impianti e dei Componenti

#### 1 Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

- punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Con impianti ausiliari si intendono:

- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.

E' indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare l'azienda fornitrice dello stesso.

#### 2 Criteri di progetto.

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

E' indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

E' opportuno:

- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;
  - ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.
- Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

#### 3 Criteri di scelta dei componenti.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio le prese a spina rispondenti alle

norme CEI EN 50075 e CEI 23-50 e CEI 23-57).

### **5.7.3) Integrazione degli Impianti Elettrici, Ausiliari e Telefonici nell'Edificio**

#### **1 Generalità sulle condizioni di integrazione.**

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla CEI 64-50 ove non diversamente specificato. E' opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

#### **2 Impianto di terra.**

E' indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

#### **3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.**

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del D.M. 22/01/2008, n. 37 e delle norme CEI EN 62305-1/4, in base ai criteri di valutazione del rischio stabiliti dalla norma CEI EN 62305-2.

### **Art. 5.8**

### **INFRASTRUTTURAZIONE DIGITALE DEGLI EDIFICI**

#### **5.8.1) Descrizione generale**

L'edificio dovrà essere equipaggiato con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete.

Per infrastruttura fisica multiservizio interna all'edificio si intende il complesso delle installazioni presenti all'interno dell'edificio contenenti reti di accesso cablate in fibra ottica con terminazione fissa o senza fili che permettano di fornire l'accesso ai servizi a banda ultralarga e di connettere il punto di accesso dell'edificio con il punto terminale di rete.

Per punto di accesso si intende il punto fisico, situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile alle imprese autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consenta la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per i servizi di accesso in fibra ottica a banda ultralarga.

L'edificio equipaggiato in conformità al presente paragrafo potrà beneficiare dell'etichetta volontaria e non vincolante di *"edificio predisposto alla banda larga"*. Tale etichetta dovrà essere rilasciata da un tecnico abilitato per gli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), del regolamento di cui al decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37, e secondo quanto previsto dalle guide CEI 306-2 e CEI 64-100/1, 2 e 3.

Per la realizzazione dell'infrastruttura digitale descritta e dei relativi spazi installativi, l'appaltatore dovrà attenersi strettamente alle indicazioni progettuali architettoniche ed impiantistiche ove esistenti, ovvero alle prescrizioni formulate per il caso specifico dalla Direzione Lavori e/o dal tecnico abilitato di cui al periodo precedente.

#### **Requisiti**

I requisiti fondamentali conformi alla guida CEI 306-22 che l'infrastruttura fisica multiservizio passiva di edificio dovrà avere, sono:

- la semplicità di accesso per gli interventi di installazione/manutenzione/integrazione/modifica del sistema di cablaggio e degli eventuali apparati attivi;
- l'assenza assoluta di condizioni di servitù che ne limitino gli accessi e/o l'utilizzo per le esigenze delle utenze;
- la distinzione ben definita tra il punto di accesso per gli operatori che offrono i servizi di comunicazione elettronica e quello per gli operatori che installano, gestiscono ed eseguono manutenzione dell'impianto di edificio;
- l'adeguata protezione da potenziali manomissioni e/o atti vandalici;
- la duplicità di accesso ("bidirezionalità" dell'infrastruttura) per consentire la fruizione dei servizi provenienti sia dal sottosuolo, sia via radio (diffusione televisiva terrestre e/o satellite).

Tutti gli interventi sugli edifici dovranno essere eseguiti in modo da:

- non pregiudicare le prestazioni energetiche (isolamento termico e/o acustico) dell'edificio, sia nella zona del tetto predisposta per le antenne, sia nella zona alla base dell'edificio per gli accessi dal suolo pubblico;
- collocare in modo semplice e funzionale gli elementi contenitori e gli apparati d'interfacciamento in modo da minimizzare i tempi di intervento e di manutenzione;
- collocare i componenti che costituiscono le varie parti dell'impianto in modo da garantire ed assicurare un efficace collegamento e minimizzare i rischi di danneggiamento o manomissione sia intenzionale sia accidentale;
- fornire la documentazione a corredo della infrastruttura, che deve essere di facile reperibilità, in modo da permettere al manutentore condominiale o all'operatore di servizi di comunicazione elettronica di poter operare nella più ampia autonomia;
- assicurare il godimento del diritto di antenna, salvaguardando contemporaneamente la tutela paesaggistica ed il decoro degli edifici (evitando il ricorso a soluzioni impiantistiche determinanti tetti affollati da antenne singole e/o parabole sui balconi o facciate degli edifici, ecc.).

### **Spazi installativi**

Gli spazi installativi necessari (cavidotti, vani, cavedi) dovranno essere realizzati come condizione fondamentale per una corretta ed agevole installazione degli impianti di comunicazione ed affinché la loro realizzazione risulti a regola d'arte e consenta di rispettare caratteristiche specifiche della struttura edile che concorrono a determinare la classe energetica dell'edificio.

Tali spazi installativi avranno lo scopo di alloggiare i cablaggi, le apparecchiature attive o le terminazioni della rete in rame e della rete ottica, necessari per la distribuzione dei segnali (TLC e TV), e devono consentire la protezione degli stessi e la loro connessione. Particolarmente importante è la protezione dei collegamenti in fibra ottica, oltre che la possibilità di accesso ed operatività al CSOE (Centro Servizi Ottico di Edificio).

Per gli edifici a distribuzione verticale, le infrastrutture fisiche per il contenimento del cablaggio dovranno rispecchiare le specifiche tecniche illustrate nella guida CEI 64/100-1 mentre per gli edifici con una distribuzione orizzontale, la topologia delle predisposizioni infrastrutturali sarà differente ed in accordo con quanto previsto dalla guida CEI 64/100-3.

#### **5.8.2) Componenti**

La predisposizione dell'impianto in fibra ottica sarà costituita almeno dai seguenti elementi:

- Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE): punto di accesso delle reti degli operatori di servizi di comunicazione elettronica ed interfaccia di collegamento con le singole unità immobiliari;
- Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA): quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per realizzare il centro-stella;
- Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), collocata all'interno o nelle immediate vicinanze del Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA);
- Cablaggio in fibra ottica tra il CSOE e le singole unità immobiliari e tra CSOE ed il vano tecnico per il terminale di testa alla sommità dell'edificio.

L'impianto potrà essere all'interno delle parti comuni, nel caso di edifici a distribuzioni verticale o per

complessi costituiti da più unità immobiliari unite, ma potrà essere anche all'esterno, nel caso di immobili distribuiti orizzontalmente.

Il cavo in fibra ottica tra il CSOE ed il vano tecnico alla sommità dell'edificio costituirà una predisposizione del collegamento per segnali di antenne televisive, per consentire l'eventuale soluzione distributiva attraverso il CSOE, e/o per eventuali altri servizi. Per servizi condominiali (es. wi-fi di condominio), potrà essere aggiunto un ulteriore cavo ottico di tipologia tale da consentire l'estrazione e la protezione (mediante opportuni accessori) delle fibre necessarie ad ogni piano.

### **Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE)**

Il Centro Servizi Ottico di Edificio è l'apparato passivo che costituisce il punto di attestazione delle fibre ottiche che collegano le unità immobiliari per i vari servizi ed è anche il punto di flessibilità dell'edificio, in cui ogni operatore di servizi può accedere.

Posizionato nel vano tecnico o nello spazio predisposto in prossimità della tratta di adduzione all'edificio delle reti pubbliche di comunicazioni, il CSOE dovrà garantire:

- il collegamento e l'agevole accessibilità, attraverso uno o più pannelli di interconnessione alle fibre ottiche;
- la compatibilità dimensionale con gli spazi installativi previsti;
- il rispetto in ogni sua parte ed accessorio delle norme CEI EN di riferimento.

Il CSOE potrà eventualmente prevedere la presenza di altri moduli o pannelli, per sviluppi dell'impianto in fibra ottica, quali ad esempio:

- moduli di gestione per le fibre provenienti dalla sommità dell'edificio per il collegamento con diramatori ottici utilizzabili per i servizi DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e DVB-S/S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite);
- pannello di interconnessione vuoto, predisposto per futuri sviluppi (impianti video sorveglianza, videocitofoni, impianti domotici, ecc.).

### **Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA)**

Il Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA) è il quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per la realizzazione del centro-stella.

La parte del QDSA necessaria per ospitare gli apparecchi di distribuzione relativi agli impianti di comunicazione dovrà avere dimensioni sufficienti a garantire equivalente funzionalità, anche scomposta in più spazi, coerentemente alla superficie dell'unità immobiliare e alla complessità dell'impianto.

Il quadro distributore dovrà essere posizionato in modo da consentire la realizzazione ottimale dei collegamenti, tenuto conto delle massime distanze di ogni tratta di cablaggio.

### **Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA)**

Il cavo ottico proveniente dal CSOE dovrà essere terminato all'interno di una Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), posta possibilmente all'interno del QDSA o nelle immediate vicinanze.

La STOA dovrà garantire i seguenti requisiti minimi:

- avere dimensioni e struttura di facile accessibilità;
- essere una soluzione scalabile, cioè garantire quando sia necessario l'utilizzo delle altre fibre dedicate alla U.I., o mediante un successivo ampliamento per accogliere altre bussole. In ogni caso dovrà prevedere la raccolta delle fibre non terminate e delle possibili giunzioni;
- garantire la raccolta delle fibre non terminate e l'eventuale contenimento delle giunzioni (opportunamente protette da coprigiunti) fra le fibre ottiche e le semibretelle connettorizzate;
- garantire che tutte le parti di gestione e contenimento delle fibre siano conformi alle specifiche indicate nelle norme CEI EN di riferimento.

### **Requisiti del cablaggio ottico**

Indipendentemente dalla tipologia di edificio (a distribuzione verticale od orizzontale), il cablaggio ottico soddisferà le seguenti caratteristiche:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve essere di tipo monomodale a bassa sensibilità alla curvatura, rispondente alla categoria B6\_a della norma CEI EN 60793-2-50;
- le dimensioni dei cavi utilizzati dovranno essere compatibili con gli ingressi degli accessori (CSOE e STOA) e dovranno essere scelte in modo da evitare la saturazione delle tubazioni predisposte;
- i cavi impiegati all'interno degli edifici dovranno essere completamente dielettrici e rispondere alla norma CEI EN 60794-2-20. Per ragioni di sicurezza, tali cavi dovranno avere caratteristiche di non propagazione dell'incendio previste dalle norme CEI EN 60332-3-25 Cat. D (Non propagazione dell'incendio), CEI EN 60332-1-2 (Non propagazione della fiamma), CEI EN 61034-2 (Densità dei fumi) e il materiale costituente le guaine dovrà essere conforme alle norme CEI EN di riferimento;

- i cavi utilizzati negli impianti esterni (edifici a distribuzione orizzontale) dovranno essere in accordo con le norme CEI EN 60794-3, secondo la tipologia e l'ambiente d'installazione scelta. Per la posa in tubazioni sotterranee esterne, potranno essere previste protezioni aggiuntive (es. anti-roditore, non propagazione acqua, ecc.);
- tutti i cavi ottici utilizzati dovranno essere provvisti di marcatura sulla guaina esterna, che riporti le seguenti informazioni:
  - anno di fabbricazione
  - n° di fibre contenute
  - tipologia e nome commerciale delle fibre ottiche
- per ragioni di sicurezza e di facile identificazione, è necessario identificare il cavo ottico con una etichetta dove sia riportato il simbolo laser. Tale etichettatura deve essere prevista in ogni punto della rete dove il cavo sia accessibile (es. scatole ai piani, ecc.);
- le fibre del cavo (ed eventualmente i tubetti/moduli in cui potrebbero essere raggruppate) devono rispondere ad un codice colore per facilitarne il riconoscimento.

Qualora sia stata prevista la distribuzione dei segnali DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e/o DVB-S (Digital Video Broadcasting-Satellite) su fibra ottica, saranno installati nel CSOE i diramatori ottici passivi simmetrici, rispondenti alla norma IEC 61753-031-2 e l'impianto completo dovrà essere opportunamente collaudato prima della fornitura del servizio per garantire i livelli del segnale previsti dalle Norme specifiche (Guida CEI 100-7).

Le tipologie di cavo ottico impiegato devono essere considerate in relazione alla possibilità di installazione negli spazi installativi definiti in progetto. La struttura del cavo dovrà garantire che le sollecitazioni di tiro durante la posa non influenzino negativamente le caratteristiche trasmissive e meccaniche delle fibre ottiche (ad esempio tramite adeguato spessore della guaina, opportuni membri di rinforzo, etc.). Dovranno pertanto essere indicate dal costruttore le forze di tiro applicabili al cavo durante la posa e la sua temperatura di esercizio.

Al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo è fondamentale che in fase di predisposizione delle infrastrutture, siano rispettati i raggi di curvatura dei cavi indicate nelle specifiche tecniche di prodotto (ad es. da 5 a 10 volte il diametro del cavo a seconda della dimensione del cavo) e che tali valori siano controllati durante la posa. Inoltre, tutti gli accessori impiegati devono rispettare il raggio di curvatura minimo delle fibre (15 mm), per garantirne l'affidabilità meccanica.

Durante l'installazione dei cavi, dovrà essere prestata attenzione a limitare il fattore di riempimento dei tubi, per agevolare le operazioni di esercizio e manutenzione.

Al fine di garantire il corretto funzionamento dei connettori ottici, si raccomanda di pulire accuratamente le relative superfici terminali, onde evitare che le eventuali impurità possano comprometterne le prestazioni e l'affidabilità nel tempo. In generale, i connettori dovranno trovarsi in un ambiente protetto da agenti atmosferici e da eventuali danneggiamenti meccanici (usando opportunamente contenitori o scatole di terminazione).

## **Art. 5.9 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

### **Art. 5.9.1 NORME GENERALI**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati nei lavori oggetto dell'appalto devono possedere caratteristiche adeguate al loro impiego, essere idonei al luogo di installazione e fornire le più ampie garanzie di durata e funzionalità. Inoltre, i materiali e le apparecchiature che l'Appaltatore impiegherà dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI ecc.), anche se non esplicitamente menzionate. In ogni caso essi dovranno essere di prima scelta, delle migliori qualità esistenti in commercio, nonché di larga diffusione.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie. Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi



degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Appaltatore dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli. Tutte le spese relative alle prove su materiali ed apparecchiature di nuova installazione, previste dalle normative vigenti, sono a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a proprie spese e nel più breve tempo possibile, all'allontanamento dal cantiere ed alla sostituzione di eventuali componenti ritenuti non idonei dal Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per il buon esito dell'intervento.

I componenti di nuova installazione dovranno riportare la marcatura CE, quando previsto dalle norme vigenti. In particolare quello elettrico dovrà essere conforme al D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i, nonché essere certificato e marcato secondo quanto stabilito nelle norme CEI di riferimento.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione similare, da parte dell'I.N.A.I.L., V.V.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da:

- a) garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti;
- b) armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali ed orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione illuminotecnica ed elettrica si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica. In particolare per la:

- **progettazione illuminotecnica** si è fatto specifico riferimento alle seguenti norme:

- UNI 11248 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI-EN 13201 - 2, 3, 4 Illuminazione stradale;

- **progettazione elettrica** si è fatto specifico riferimento alle seguenti norme:

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – sezione 714 "Impianti di illuminazione pubblica";
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e successive Varianti;
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
- CEI-EN 60598 -1,2.1-2.25 Apparecchi d'illuminazione;

- **Criteri ambientali minimi:** Decreto 27 settembre 2017 del Ministero dell'ambiente "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica".

In particolare:

a) **Legislazione regionale** si è fatto specifico riferimento alle seguenti norme:

- Legge Regionale Lombardia n°17/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso."
- Legge Regionale Lombardia n°38/2004 "Modifiche ed integrazioni alla L.R. 17/2000 CEI 64-8/sez. 714 Impianti elettrici di illuminazione pubblica."
- Legge Regionale 19/2005 "Disposizioni legislative per l'attuazione del documento di programmazione economico finanziaria regionale."
- Del. 7/6162 del 2001 Giunta Lombardia "Criteri di applicazione della L.R. n.17/00."
- LR Lombarda 31/2015 Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso

b) **Normative tecniche per la progettazione illuminotecnica:**

- UNI 11248 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma CEI 34-33 "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione"
- Norma CEI 64-7 "Impianti di illuminazione pubblica e similari"
- UNI EN 113201- 2 "Illuminazione stradale Parte 2: requisiti prestazionali"
- UNI EN 113201- 3 "Illuminazione stradale Parte 3: calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 113201- 4 "Illuminazione stradale Parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"
- CEI 34-133 "Illuminazione generale LED e moduli LED Termini e definizioni"
- CEI ENE 61347-2-13 "Unità di alimentazione di lampada. Prescrizione particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED"
- CEI EN 62031 CEI ENE 62031/A1 "Moduli LED per illuminazione generale. Specifiche di sicurezza"
- CEI EN 62031/A01 "Moduli LED per illuminazione generale. Specifiche di sicurezza"
- CEI EN 62262 "Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (codici IK)"
- CEI EN 62384 CEI EN 62384/A1 "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua per moduli LED. Prescrizioni di prestazione"
- CEI EN 62471 "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada"
- CEI 64-19 "Guida agli impianti di illuminazione esterna"
- UNI 10819 "Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- UNI 11356 "Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED"
- UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale. Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale. Calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 13201-4 "Illuminazione stradale. Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"

**c) Normative tecniche per la progettazione elettrica**

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – sezione 714 "Impianti di illuminazione pubblica";
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e successive Varianti;
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
- CEI-EN 60598 -1,2.1-2.25 Apparecchi d'illuminazione;
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee un cavo
- CEI EN 50262 Pressacavo metrici per installazioni elettriche

In particolare per gli aspetti generali degli impianti elettrici si è anche tenuto conto della **Legge n. 186 dell'1.3.1968**.

Per tutti i componenti d'impianto, che dovranno essere a marchio italiano di qualità (IMQ) o con certificazione equivalente, si è fatto riferimento alle corrispondenti Norme, ove esistenti.

**Art. 5.9.2**  
**PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà

essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, nonché dalla norma CEI 64-7, risultano dai disegni di progetto allegati, nonché dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, forniti a complemento dei disegni stessi, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.

I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

### **5.9.3) Corpi illuminanti**

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le seguenti caratteristiche:

- elevata efficienza luminosa;
  - elevata affidabilità;
  - lunga durata di funzionamento;
  - compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).
- Inoltre nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano diventano prioritari anche i seguenti requisiti:
- tonalità della luce (temperatura di colore);
  - indice di resa cromatica.

### **5.9.4) Corpi illuminanti a LED**

Acronimo di "Diodo ad Emissione Luminosa" (*Light Emitting Diode*) il **LED** è una lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, mediante un diodo ad emissione luminosa alimentato con corrente di alimentazione statica o variabile.

La Temperatura di colore secondo requisito illuminotecnico è espressa in gradi K.

Il vano ottico sarà costituito da involucro in acciaio zincato / alluminio pressofuso / FRP / vetroresina / conforme alle direttive di protezione CEI EN 60529, completo di vetro temperato di spessore minimo 4 mm resistente agli shock termici e agli urti (secondo prove UNI EN 12150-1).

#### *Caratteristiche tecniche*

Le caratteristiche tecniche degli apparecchi illuminanti saranno conformi alle norme CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-3 ed in particolare:

- Classe di Protezione IP;
- Omologazione ENEC;
- IMQ Performance;
- Classe isolamento II;
- Efficienza luminosa => lumen/watt;
- Vita media LED a Ta 25°C => 70000 h;
- Vita media elettronica a Ta 25°C => 90000 h;
- Gruppo di alimentazione e gruppo ottico estraibili con connettori ad innesto rapido;

- Funzionamento del prodotto al 100% per Temperatura Ambiente da -20° C a + 36° C;
- Fotocellula crepuscolare;
- Viti esterne di attacco in acciaio inox (se previste dal modello proposto).

## **Art. 5.10**

### **IMPIANTI ANTIEFFRAZIONE ED ANTINTRUSIONE**

#### **5.10.1) Disposizioni Generali**

##### **1 Direzione dei Lavori.**

La Direzione dei Lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.

##### **2 Edifici Demaniali.**

In questi edifici per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla AUSL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

##### **3 Norme e Leggi.**

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 186/68 e s.m.i. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 79-2. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.
- CEI 79-3. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione. (Prescrizioni per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti di allarme intrusione e rapina)
- CEI EN 60839-11-1. Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Parte 11-1: Sistemi elettronici di controllo d'accesso
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.
- CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.
- CEI 103-1. Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

##### **4 Prove sulle apparecchiature**

- Antintrusione, antifurto, antieffrazione.

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi della norma vigente, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3 e 79-4.

Per attestare la rispondenza alle sopradette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso. A tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI applicabili; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

### **5.10.2) Caratteristiche Tecniche degli Impianti**

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alla norma CEI 79-3).

#### **1 Installazione.**

Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto così come progettato e commissionato.

#### **2 Collaudo.**

Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- e) controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare:
  - risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
  - risposta dell'impianto ad eventi temporali;
  - risposta dell'impianto ad interventi manuali.

#### **3 Istruzioni per la manutenzione.**

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

### **Art. 5.11**

#### **IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA**

Il ricorso all'installazione di sistemi di videosorveglianza da parte della PA o dei Privati per rispondere alla domanda di sicurezza delle persone è un fenomeno in continua crescita. Come forma di difesa passiva, controllo e deterrenza di fenomeni criminosi e vandalici attraverso l'uso delle telecamere, i sistemi di

videosorveglianza rappresentano una tra le misure di controllo del territorio.

La realizzazione del sistema di videosorveglianza sarà finalizzato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- controllo delle aree monitorate h 24, 7 giorni su 7;
- riprese sia in diurna che in notturna e/o in condizioni di scarsa luminosità;
- architettura hardware di registrazione e visualizzazione Server/Client;
- standard di codifica video simultanea MPEG4, MJPEG e H264;
- standard di codifica audio bidirezionale;
- protocolli di comunicazione TCP/IP;
- sistema SW di gestione e controllo con interfaccia programmatica;
- rispetto delle normative legate alla Privacy;
- elevato grado di security degli apparati di rete;
- possibilità di distribuire i flussi video/audio/dati a soggetti terzi (es. Forze dell'Ordine), tramite un collegamento in IP tra la centrale operativa e la sede del soggetto stesso;
- possibilità di videoregistrazione pre/post evento anche in assenza di collegamento di rete;
- gestione centralizzata e programmabile della visualizzazione e della videoregistrazione delle immagini;
- facilità di utilizzo da parte dell'operatore, il quale potrà interagire con il sistema tramite strumenti base a lui noti, quali tastiera e mouse di un personal computer, interfacce intuitive su sistemi operativi standard di mercato;
- utilizzo di standard consolidati di mercato per quanto riguarda le tecnologie HW e SW;
- visualizzazione delle registrazioni inerenti alle telecamere;
- registrazione delle immagini in visualizzazione o su fasce orarie;
- esportazione delle registrazioni in formato proprietario o in formato AVI (video for Windows);
- ricezione di allarmi (da comandi esterni) associati a telecamere;
- impostazione della registrazione con diversi criteri, ad esempio su tutte le telecamere, per gruppo di videoronda, in seguito ad allarme.

La realizzazione del sistema di videosorveglianza potrà comportare forniture ed opere accessorie quali:

- supporti, snodi, staffe, custodie climatizzate, sistemi integrativi di illuminazione e quant'altro necessario alla perfetta posa in opera delle telecamere;
- stesura dei cavi elettrici, delle canalizzazioni, scatole di derivazione, tubazioni, necessarie per l'alimentazione degli apparati;
- opere civili quali la fornitura e posa in opera di nuovi pali e cassette, con relative paline e formazione di plinti, compresi eventualmente quelli per il contenimento dei contatori di energia elettrica.

Il sistema di videosorveglianza che si intende adottare deve essere conforme agli indirizzi del mercato ed alle soluzioni tecniche più avanzate, e dovrà possedere le seguenti caratteristiche funzionali:

- **espandibilità:** i sistemi adottati nella realizzazione dovranno essere aperti all'implementazione con nuove tecnologie e all'incremento dei punti di ripresa: verranno privilegiate soluzioni di modularità e programmabilità delle apparecchiature;
- **scalabilità:** capacità di gestire con facilità numeri crescenti di telecamere, l'aumento della dimensione delle memorie del sistema e della potenza del server, prevedendo l'installazione di apparecchiature in grado di adeguarsi a nuovi standard video e di comunicazione;
- **omogeneità:** tutte le apparecchiature e le soluzioni adottate, compreso il sistema di registrazione, dovranno essere tecnologicamente omogenee.

Installazioni, posizionamento, regolazioni secondo le aree da inquadrare e il loro collaudo dovranno attenersi ai criteri dettati dalla Norma **CEI EN 62676-4** (CEI 79-89) "Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 4: Linee guida di applicazione".

L'utilizzo degli impianti di videosorveglianza comporterà esclusivamente il trattamento di dati personali rilevati mediante le riprese video che, in relazione ai luoghi di installazione delle telecamere, interessano i soggetti ed i mezzi di trasporto che transitano nell'area interessata. Il trattamento dei dati personali si svolgerà nel pieno rispetto dei principi di liceità, finalità, necessità e proporzionalità, sanciti dal Codice in materia di protezione dei dati personali di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.i.

In attuazione del principio di proporzionalità e dei criteri di pertinenza e non eccedenza, gli impianti di videosorveglianza saranno configurati in modo da raccogliere esclusivamente i dati strettamente necessari per il raggiungimento delle finalità perseguite, registrando le sole immagini indispensabili, limitando l'angolo visuale delle riprese ed evitando, quando non indispensabili, immagini dettagliate, ingrandite o con particolari non rilevanti.

Gli impianti di videosorveglianza dovranno consentire riprese video a colori in condizioni di sufficiente illuminazione naturale o artificiale, in bianco e nero in caso contrario.

I segnali video delle unità di ripresa potranno essere inviati alle centrali di controllo ubicate presso le sedi del Comune, del Comando di Polizia locale, della Questura e del Comando dei Carabinieri.

I dati personali registrati mediante l'utilizzo degli impianti di videosorveglianza saranno conservati per un periodo di tempo non superiore a sette giorni dalla data della rilevazione. Decorso tale periodo, i dati registrati dovranno essere cancellati con modalità automatica.

Per quanto non espressamente disciplinato dal presente documento, si rinvia alla norma di "Linea guida applicazione" CEI EN 62676-4, al Codice Privacy, decreto legislativo 30/06/2003, n. 196, modificato dal decreto legislativo n. 101 del 10 agosto 2018, recante Codice in materia di protezione dei dati personali, recante disposizioni per l'adeguamento dell'ordinamento nazionale al regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016, al provvedimento in materia di videosorveglianza emanato dal Garante per la protezione dei dati personali in data 8 aprile 2010, nonché alle altre disposizioni normative vigenti in materia, e successive modificazioni e integrazioni.

### **Telecamere di contesto**

Le telecamere di contesto fisse dovranno essere tali da permettere una visione quanto più ampia dell'area di ripresa. Le caratteristiche tecniche degli apparati di ripresa dovranno essere rispondenti alle caratteristiche minime di seguito descritte:

- telecamera IP nativa, aggiornabile via IP;
- ottica fissa intercambiabile o varifocal, da individuare in funzione delle esigenze operative con angolo di ripresa indicativo compreso tra 20° e 120°;
- tecnologia del sistema di ripresa mediante sensore di tipo CMOS o CCD a colori;
- sensibilità del complesso di ripresa almeno 0,5 Lux in modalità colore (day) e almeno 0,05 Lux in modalità B/N (night) misurati a 50 IRE;
- risoluzione minima del sensore: full HD (1920x1080);
- caratteristiche minime del flusso video: 1.3 megapixel (1280x1024) e non inferiore 9 fps;
- modalità di funzionamento di tipo "day&night" con commutazione automatica;
- algoritmo di compressione dei flussi video: Motion JPEG, H264 e sue evoluzioni;
- algoritmo di trasporto dei flussi video: RTSP;
- Funzionalità di Activity Detector incorporate;
- Client NTP;
- n. 1 ingresso d'allarme a bordo camera;
- n. 1 uscita;
- controllo del guadagno, white balance: automatici e regolabili via software;
- compensazione del controllo di tipo automatico;
- Possibilità di alloggiare software di analisi video direttamente sulla camera;
- alimentazione: in bassa tensione con valore non superiore ai 48 Vac, PoE classe 3);
- Allarme antimanomissione, al minimo è richiesta la gestione dei seguenti allarmi:
  - apertura custodia;
  - perdita del segnale video;
  - offuscamento telecamera;
  - modifica dell'inquadratura (spostamento della telecamera);
- condizioni di esercizio: sarà cura della ditta individuare la tipologia di custodia per la singola telecamera in funzione delle condizioni climatiche minime e massime (temperatura, umidità) del luogo di installazione in modo che sia garantito il corretto funzionamento per tutto l'arco dell'anno e comunque in un intervallo non inferiore a (-10°;+45°) e umidità (20%;80%);
- grado di protezione della custodia: l'apparato deve essere protetto dagli agenti atmosferici quali pioggia, salsedine, polveri tipiche del luogo di installazione garantendo così il livello massimo di funzionamento e comunque non inferiore a IP65, eccetto nei casi estremi in cui si richieda una tenuta stagna per cui il valore va esteso a IP66;
- Fornitura SDK per sviluppo terze parti.

### **Telecamere di osservazione**

Le telecamere dovranno essere brandeggiabili, dovranno assicurare la completa visione a 360° sul piano

orizzontale, e 180° sul piano verticale e non dovranno consentire ad un osservatore esterno di individuare l'area inquadrata. Le caratteristiche tecniche degli apparati di ripresa dovranno essere rispondenti alle caratteristiche minime di seguito descritte:

- telecamera IP nativa, aggiornabile via IP;
- telecamera a colori di tipo "DAY/NIGHT";
- matrice attiva del sensore con numero di pixel non inferiore 704 x576 (4CIF);
- frame rate non inferiore a 15 fps;
- sensibilità del complesso di ripresa almeno 0,5 Lux in modalità colore (day) e almeno 0,05 Lux in modalità B/N (night) misurati a 50 IRE;
- obiettivo autofocus con zoom (minimo 25X ottico con minimo F.1.8, auto iris);
- algoritmo di compressione dei flussi video: Motion JPEG, H264 e sue evoluzioni;
- algoritmo di trasporto dei flussi video: RTSP;
- brandeggio a velocità variabile orizzontale di tipo endless e verticale controllabile da remoto;
- PTZ meccanico;
- Funzionalità di Activity Detector incorporate;
- Client NTP;
- n. 16 Posizioni angolari preselezionabili (Preset);
- n. 8 Sequenze di Preset (Tour);
- n. 1 ingressi d'allarme a bordo camera;
- almeno n. 1 uscita d'allarme a bordo camera;
- n. 8 Zone di esclusione (Privacy Mask);
- Pattugliamento automatico;
- alimentazione: in bassa tensione con valore non superiore ai 48 Vac, oppure PoE classe 3);
- condizioni di esercizio: sarà cura della ditta individuare la tipologia di custodia per la singola telecamera in funzione delle condizioni climatiche minime e massime (temperatura, umidità) del luogo di installazione in modo che sia garantito il corretto funzionamento per tutto l'arco dell'anno e comunque in un intervallo non inferiore a (-10°; +45°) e umidità (20%; 80%);
- grado di protezione della custodia: l'apparato deve essere protetto dagli agenti atmosferici quali pioggia, salsedine, polveri tipiche del luogo di installazione garantendo così il livello massimo di funzionamento e comunque non inferiore a IP65, eccetto nei casi estremi in cui si richieda una tenuta stagna per cui il valore va esteso a IP66;
- Fornitura SDK per sviluppo terze parti.

Tutte le telecamere dovranno essere fornite con protezione per ambienti esterni, idonee al funzionamento con temperature comprese tra -30° e +50° e tasso di umidità compreso tra 20% e 80% e a prova di atti vandalici. Nel caso di basse temperature la telecamera dovrà essere munita di un modulo di preriscaldamento atto a garantirne lo start, anche a seguito di un'interruzione prolungata di corrente.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati negli impianti elettrici e nella loro installazione dovranno avere caratteristiche tali da essere idonei all'ambiente in cui lavoreranno e/o in cui saranno installati, in modo che possano resistere alle azioni meccaniche, termiche, corrosive alle quali saranno sottoposti durante l'utilizzo.

### **Architettura di rete**

Il sistema di video sorveglianza si dovrà basare su un'architettura di rete IP che permette la connessione tra gli apparati di campo e le sale apparati/sale controllo.

In funzione dei mezzi trasmissivi da utilizzare (ad es. fibra ottica, apparati wireless) le scelte architettureali dovranno rispettare in ogni caso i requisiti di seguito riportati:

- Capacità di banda necessaria al trasferimento delle immagini in funzione delle caratteristiche delle telecamere e della topologia della rete di trasporto.
- Crittografia dei flussi video in accordo a quanto richiesto dalla norma di riferimento;
- Affidabilità;
- Eventuale ridondanza.

### **Videoserver**

I videoserver devono essere in grado di acquisire, in contemporanea, tutti i flussi provenienti dalle telecamere, che vengono convogliati nel sistema rispettando i seguenti requisiti:



- Gestione camere di differenti produttori, piattaforma aperta.
  - Live View fino a 30 o più FPS;
  - Gestione dei flussi video con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
  - Funzionalità di NVR;
  - Esportazione file archiviati con crittografia;
  - Gestione PTZ Patrolling;
  - Funzionalità di WEB Client;
  - Funzionalità di Mobile Client;
  - Gestione Mappe;
  - Integrazione con video analisi;
  - Controllo I/O ed eventi,
  - Sistemi Operativi di ultima generazione (piattaforme a 64 bit);
  - Supporto multi stream per camera;
  - Video Motion Detection (VMD) integrato con gestione zone di esclusione;
  - Supporto canali audio Full-Duplex;
  - Preset Positions per camera;
  - Gestione Preset su Evento;
  - Preset Patrolling;
  - Privacy masking;
  - Ricerca automatica ed auto riconoscimento delle telecamere;
  - Export e import di configurazioni;
  - Gestione e esportazione di archivi storici contenenti tutte le informazioni relative agli eventi di stato del sistema e le operazioni compiute dagli addetti (file di log)
  - Fornitura di SDK per sviluppo applicazioni di terze parti.
- I video server devono prevedere un'alimentazione ridondata.

### **Sistema di Registrazione**

Il sistema di registrazione e conservazione dei filmati, anche nell'ottica delle finalità d'impiego da parte dell'Autorità Giudiziaria, deve consentire:

- l'archiviazione schedabile con Playback;
- la capacità di registrazione per singola camera con gestione del pre e post allarme;
- la memorizzazione delle immagini provenienti da tutte le telecamere al massimo framerate possibile;
- l'archiviazione di flussi con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
- la registrazione delle immagini deve avvenire in forma cifrata per garantirne la riservatezza e l'integrità;
- l'esportabilità (da locale o da remoto) dei filmati con corredo di specifico visualizzatore per la decifratura e verifica dell'integrità degli stessi;
- la capacità di storage deve essere dimensionata per la registrazione contemporanea di tutte le telecamere al massimo framerate consentito dalle stesse e/o dalla connettività, per un periodo di almeno 7gg/24h.

### **Software di gestione**

I software di gestione dovranno essere in grado di gestire tutte le videocamere installate e permettere anche un eventuale ampliamento futuro.

Fra le altre caratteristiche dovranno avere una architettura aperta per essere in grado di interfacciarsi con altri software specifici prodotti da terze parti.

L'interfaccia di amministrazione dovrà essere sufficientemente intuitiva e contenere routine che facilitino tutte le operazioni di configurazione senza richiedere personale altamente specializzato.

### **Informativa per area videosorvegliata**

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla segnaletica e ai modelli di informativa che devono indicare, oltre alle finalità di sicurezza, quelle di controllo e di conservazione delle immagini di competenza.

Gli interessati devono essere sempre informati che stanno per accedere in una zona videosorvegliata. A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare lo stesso modello semplificato di informativa "minima", indicante il titolare del trattamento e la finalità perseguita, già individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice nel provvedimento del 2004 e riportato in fac-simile in allegato.

Il modello è ovviamente adattabile a varie circostanze. In presenza di più telecamere, in relazione alla vastità dell'area oggetto di rilevamento e alle modalità delle riprese, potranno essere installati più cartelli.

Il supporto con l'informativa:

- deve essere collocato prima del raggio di azione della telecamera, anche nelle sue immediate vicinanze e non necessariamente a contatto con gli impianti;
- deve avere un formato ed un posizionamento tale da essere chiaramente visibile in ogni condizione di illuminazione ambientale, anche quando il sistema di videosorveglianza sia eventualmente attivo in orario notturno;
- può inglobare un simbolo o una stilizzazione di esplicita e immediata comprensione, eventualmente diversificati al fine di informare se le immagini sono solo visionate o anche registrate.

### **Prescrizioni per le riprese e conservazione dati**

Nella fase di installazione dei sistemi di videosorveglianza si dovranno adottare tutte le cautele che vadano a prevenire eventuali forme di intrusione nella privacy dei cittadini, sensibilizzando tecnici e progettisti, oltre che responsabili e incaricati del trattamento, al fine di evitare la ripresa di persone in abitazioni private. Delimitando, quindi, la dislocazione, l'uso dello zoom e, in particolare, l'angolo visuale delle telecamere in modo da escludere ogni forma di ripresa, anche quando non c'è registrazione, di spazi interni di abitazioni private, si utilizzeranno sistemi di settaggio e/o oscuramento automatico, non modificabili dall'operatore.

Le immagini devono essere custodite in maniera protetta, in server dedicati e non su reti informatiche accessibili da tutti i dipendenti della stazione appaltante; il luogo ove è presente il server contenente le immagini, deve essere accessibile mediante porte allarmate, l'accesso deve avvenire con la digitazione di codici a chiave alfa-numerica e gli uffici devono essere allarmati, nel caso di chiusura durante alcune ore della giornata.

L'eventuale estrapolazione di immagini dovrà rimanere traccia informatica. Ogni accesso ai server dovrà avvenire attraverso un log di sistema, che identifichi chiaramente (mediante UserId e Password) il soggetto che ha svolto le singole attività, secondo quanto previsto dalla nomina individuale che autorizza il trattamento delle immagini, anche se non espressamente previsto da specifico provvedimento del Responsabile del sistema di videosorveglianza.

Il collegamento con il server raccolta dati sarà reso tramite segnale radio (PTP) / su fibra ottica / cablaggio strutturato UTP/FTP.

Le postazioni di videosorveglianza, costituite dalle videocamere e dalle antenne radio, saranno alimentate da linee elettriche esistenti/da realizzare: linea illuminazione pubblica e/o linea alimentazione del sito.

I singoli impianti esterni faranno quindi capo preferibilmente a quadri elettrici esistenti/da realizzare, che hanno la funzione di protezione delle dorsali elettriche di illuminazione pubblica e/o alimentazione del sito. Il posizionamento dei siti di sorveglianza potrà sfruttare la preesistenza di pali utili all'installazione, ovvero nuovi punti di progetto puntualmente descritti negli elaborati esecutivi e/o dalla Direzione lavori.

(es. 1) posizionamento di staffa sul palo della illuminazione, 2) posizionamento su palo del semaforo, ecc.)

Nel caso di pali o altri supporti esistenti o da realizzare, ne sarà descritto il tipo di collegamento all'energia elettrica (es. resa a base palo).

## **CAPITOLO 6 – LAVORI VARI**

### **Art. 6.1**

#### **LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI**

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, nel caso in cui si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti prescrizioni:

### **Art. 6.2**

#### **LIMITAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE**

Oltre al rispetto dei limiti previsti dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nei termini previsti nel progetto, comprovati da una specifica dichiarazione di conformità di un tecnico abilitato, ai sensi del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., del D.M. LL.PP. 236/89 e del d.P.R. 503/96, le varie parti dell'opera, i singoli componenti e/o materiali, dovranno garantire l'accessibilità, l'adattabilità o la visibilità limitando la presenza di barriere architettoniche. In particolare dovranno essere evitati:

- ostacoli fisici che causino disagio alla mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi motivo, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;
- ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di parti, attrezzature o componenti;
- la mancanza di segnalazioni e accorgimenti che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque ed in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi.

La Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

## CAPITOLO 7 – CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

### Art. 7.1 CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

#### 7.1.1 Consolidamento mediante sottofondazioni

**Sottofondazioni** - I lavori di sottofondazione non dovranno in alcun modo turbare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adiacenti.

L'Appaltatore dovrà pertanto adottare tutti quegli accorgimenti e quelle precauzioni utili alla messa in sicurezza del manufatto nel rispetto della normativa vigente.

Dopo aver eseguito tutte le opportune puntellature delle strutture in elevazione si identificheranno le zone di intervento, s'inizieranno quindi gli scavi che si effettueranno da un lato della muratura o da entrambi i lati per murature di forte spessore (>150 cm); le dimensioni degli scavi dovranno essere quelle strettamente necessarie alla esecuzione dei lavori, in modo comunque da consentire una buona esecuzione della sottomurazione. Essi saranno effettuati fino alla quota del piano di posa della vecchia fondazione armando le pareti del cavo a mano a mano che lo si approfondisce.

Raggiunta con il primo settore la quota d'imposta della fondazione si procederà alla suddivisione in sottoscavi (con larghezza variabile in base alle caratteristiche della muratura e del terreno), si interporranno quindi dei puntelli tra l'intradosso della muratura ed il fondo dello scavo.

Infine, si eseguirà il getto di spianamento con magrone di calcestruzzo secondo quanto prescritto negli elaboratori di progetto.

**Sottofondazioni in muratura di mattoni e malta cementizia** - Predisposto lo scavo con le modalità sopra specificate, l'Appaltatore farà costruire una muratura in mattoni pieni e malta di cemento, eseguita a campioni, dello spessore indicato negli elaborati di progetto, lasciando fra nuova e vecchia muratura lo spazio equivalente ad un filare di mattoni; nel cavo fra le due murature dovrà inserire dei cunei in legno duro che, successivamente (3-4 giorni), provvederà a sostituire con cunei più grossi per compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Ad abbassamento avvenuto (4° giorno), l'Appaltatore provvederà ad estrarre i cunei e procederà alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.

**Sottofondazioni con solette di calcestruzzo** - Dopo aver predisposto lo scavo con le modalità già specificate, l'Appaltatore posizionerà l'armatura metallica, secondo quanto previsto negli elaborati di progetto, e provvederà all'esecuzione di un getto in modo da creare una porzione di cordolo e da lasciare uno spazio vuoto fra l'estradosso di quest'ultimo e l'intradosso della vecchia fondazione.

Lo spazio vuoto potrà essere riempito, dopo 2-3 giorni, con muratura di mattoni e malta di cemento avendo sempre l'accortezza di lasciare uno spazio vuoto equivalente ad un filare di mattoni. Si dovrà, quindi, provvedere all'inserimento della parte vuota di cunei in legno duro con un rapporto tra muratura e zattera del 60%, dopo 3-4 giorni dovranno essere sostituiti con cunei più grossi onde compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Si provvederà infine, all'estrazione dei cunei ed alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.

**Sottofondazioni con cordoli o travi in cemento armato** - L'Appaltatore dovrà eseguire, secondo le modalità prima descritte, gli scavi da entrambe i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione.

Rimossa la terra di scavo, dovrà effettuare un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo e procedere, solo dopo aver creato nella muratura esistente un incavo di alcuni centimetri pari all'altezza del cordolo, alla predisposizione dei casseri, delle armature ed al successivo getto dei cordoli aderenti alla vecchia fondazione, avendo cura di prevedere, in corrispondenza dei collegamenti trasversali richiesti dal progetto, all'inserimento di ferri sporgenti verso l'alto.

Dopo l'indurimento del getto, dovrà creare dei varchi nella muratura, mettere in opera le armature previste dagli elaboratori di progetto ed effettuare il getto con cemento preferibilmente di tipo espansivo. In attesa dell'indurimento dovrà puntellare in modo provvisorio la struttura.

#### 7.1.2 Fondazioni speciali

**Diaframmi continui** - Sono realizzati con pannelli di calcestruzzo semplice o armato gettati in opera,

collegati ad incastro, per pareti di sostegno di scarpate o fondazioni di opere varie, per difese e traverse fluviali, o con funzione portante. Lo scavo sarà eseguito da appositi macchinari con le cautele per evitare lo smottamento dello scavo, come ad esempio l'impiego di fanghi bentonitici o i cassoni metallici. Il getto sarà eseguito per singoli pannelli mediante attrezzature atte ad evitare la caduta libera del calcestruzzo. Eventuali manchevolezze che venissero a scoprirsi per l'apertura degli scavi dovranno essere eliminate a cura e spese dell'Appaltatore con i provvedimenti che riterrà opportuno la Direzione dei Lavori.

**Tiranti di ancoraggio** - Sono costituiti da tiranti orizzontali o inclinati, che collegano strutture in calcestruzzo con il terreno resistente a monte, con lo scopo di assorbire le spinte del terreno incoerente interposto. Per i tiranti si impiegherà acciaio in fili, trecce, trefoli ecc., inseriti in fori di diametro di 100-135 mm, di lunghezza di circa 25 metri, eseguiti da sonde a rotazione, con eventuale rivestimento, e ancorati a speciali piastre di ripartizione sul calcestruzzo e ad un bulbo di 6/8 metri di sviluppo e posti in tensione dopo maturazione di almeno 28 giorni del bulbo stesso. In caso di cedimento al momento della tesatura, l'Appaltatore dovrà ripetere l'esecuzione di un altro bulbo, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori. Si applicheranno le norme vigenti ed il D.M. 17 gennaio 2018.

## **Art. 7.2 CONSOLIDAMENTO DI MURATURE E STRUTTURE VERTICALI**

### **7.2.1 Generalità**

Le tecniche di intervento da utilizzare per la conservazione degli edifici dovranno tenere conto delle loro peculiarità storiche, artistiche, architettoniche e distributive; sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto oggetto dell'intervento. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo di materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Qualsiasi intervento dovrà essere eseguito - dopo avere effettuato le eventuali analisi necessarie ad individuare le caratteristiche dei materiali presenti - ricorrendo il più possibile a materiali e tecniche compatibili con quelli da conservare. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

I lavori di consolidamento potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della Direzione dei Lavori, vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria. Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento.

### **7.2.2 Ristilatura dei giunti di malta**

I lavori conservativi su murature in genere, nella gran parte dei casi, riguardano in maniera piuttosto evidente i giunti di malta di allettamento tra i singoli manufatti. Si dovranno pertanto effettuare analisi mirate, sulla composizione chimico-fisica dei manufatti e delle malte di allettamento, per determinarne la natura, la provenienza e la granulometria. La prima operazione di intervento riguarderà l'eliminazione puntuale dei giunti di malta incompatibili, giunti cioè realizzati con malte troppo crude (cementizie), incompatibili con il paramento, in grado di creare col tempo stress meccanici evidenti. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura, utilizzando scalpelli di piccole dimensioni ed evitando accuratamente di intaccare il manufatto originale.

Seguirà un intervento di pulitura utilizzando pennelli a setole morbide e bidone aspiratutto

Previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà la stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1:2). L'arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con le spatole), si potranno eventualmente proteggere le superfici al contorno utilizzando nastro in carta da carrozziere.

La stilatura di finitura dovrà essere effettuata con grassello di calce e sabbia vagliata che potrà essere integrata con polveri di coccio, marmo o simili con un rapporto legante inerti di 1:3; la pulizia finale e la regolarizzazione saranno effettuate con un passaggio di spugna imbevuta di acqua deionizzata.

### **7.2.3 Consolidamento con iniezioni armate (reticolo cementizio)**

Nel caso di murature con dissesti tali da rendere necessarie delle opere di rinforzo per contrastare, oltre alle sollecitazioni di compressione anche quelle di trazione, si dovrà ricorrere ad iniezioni di cemento con relativa armatura. Le modalità di realizzazione di tali interventi saranno del tutto simili a quelle indicate per le iniezioni di miscele con la differenza che all'interno dei fori verranno introdotte delle barre in acciaio ad aderenza migliorata o collegate secondo precisi schemi di armatura indicati nel progetto di consolidamento, prima del getto della miscela prevista. Le armature potranno essere realizzate anche mediante l'impiego di piastre, tiranti bullonati o trefoli di acciaio da porre in pretensionamento con l'uso di martinetti adeguati.

### **7.2.4 Consolidamento con tiranti metallici**

Con l'impiego dei tiranti orizzontali si migliora il collegamento fra i muri non complanari e fra questi stessi ed i solai di piano. Per ottenere ciò si deve in ogni caso prospettare e realizzare un sistema di tiranti e non fare semplice affidamento sulla posa in opera di elementi isolati.

Per lesioni di una certa entità che interessino non soltanto singole parti di muratura ma interi elementi, tra loro correlati, si dovranno utilizzare dei tiranti metallici fissati alle estremità con delle piastre metalliche. La funzione di questi tiranti è, oltre alla creazione di un sistema strutturale più rigido, anche la migliore distribuzione dei carichi presenti sui vari elementi.

La prima operazione consisterà nel tracciamento di tutti i fili e posizioni dei vari tiranti per i quali andranno preparate delle sedi opportune nelle quali collocare i cavi di acciaio e le relative piastre; successivamente saranno posizionati i tiranti, previa filettatura di almeno cm. 10 per ogni capo, e verranno fissati alle piastre con dadi di opportuno diametro e guaine di protezione.

I tiranti destinati a risolvere problemi di carico orizzontale dovranno essere collocati al livello dei solai con intervalli anche ristretti e rigidamente definiti dalle specifiche progettuali.

Nel caso di attraversamento di murature esistenti si provvederà con piccole carotatrici in grado di eseguire fori di 40-50 mm. di diametro nei quali potrà rendersi necessaria la predisposizione di bulbi di ancoraggio.

A consolidamento avvenuto si provvederà alla ulteriore messa in tensione dei cavi con chiavi dinamometriche applicate sui vari dadi che verranno, dopo questa operazione, saldati alle piastre di giacitura.

Le tracce di giacitura dei tiranti saranno ricoperte con malte cementizie o resine reoplastiche concordemente a quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le parti (piastre, trefoli, bulbi di ancoraggio, tiranti e tipi di armatura) occorrenti per la realizzazione di questo tipo di interventi dovranno essere state preventivamente analizzate e descritte all'interno degli elaborati esecutivi e delle specifiche tecniche di progetto.

## **Art. 7.3**

### **CONSOLIDAMENTO STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE**

#### **7.3.1 Consolidamento di strutture e manufatti in legno**

##### **Generalità**

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'Appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:

- a) pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla Direzione dei Lavori;
- b) analisi dettagliata delle parti da asportare e da ripristinare;
- c) puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il riversamento dei carichi sulle parti sane o sulle murature adiacenti;
- d) accertamento delle cause del degrado della struttura;
- e) trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

##### **7.3.1.1 Sostituzione di travi di legno**

In caso d'integrale sostituzione di travi di legno, l'Appaltatore dovrà puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con due fili di ritti da collocare parallelamente alle travi.

Alla sommità dei ritti in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, dovrà essere collocato un architrave su cui verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Se la puntellatura dovrà poggiare sopra un solaio, i ritti dovranno essere disposti in modo da gravare su elementi sufficientemente resistenti; se, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, il solaio non offrirà sufficienti garanzie di resistenza, sarà necessario prolungare i ritti fino al solaio sottostante o scaricarli sulla muratura perimetrale.

Alla base dei puntelli si dovranno predisporre degli appoggi costituiti da tavole di legno o piastre di metallo, necessarie ad una maggiore distribuzione dei carichi verticali.

La trave, liberata dalla muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro autorizzazione della Direzione dei Lavori, potrà essere tagliata.

La nuova trave, che dovrà corrispondere come materiale, essenza, qualità e dimensioni ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto e alle caratteristiche tecniche stabilite dal presente capitolato, dovrà essere messa in opera ripristinando compiutamente l'equilibrio strutturale preesistente.

### **7.3.2 Consolidamento delle coperture**

#### **Generalità**

L'Appaltatore in accordo con la Direzione dei Lavori, dovrà esaminare lo stato delle strutture sottostanti, prima di effettuare qualsiasi intervento sulla copertura.

Qualora si riscontrassero, sulla piccola e grande orditura del tetto, situazioni di degrado tali da rendere indispensabili interventi di consolidamento o sostituzione degli elementi strutturali o del tavolato, si dovranno eseguire tali opere solo dopo la completa rimozione di tutti i coppi del manto di copertura.

#### **Interventi su coperture in coppi**

Dopo aver verificato il buono stato di conservazione delle strutture di supporto del manto di copertura, si procederà alla rimozione dei coppi secondo i ricorsi di montaggio ed avendo cura di non depositare il materiale sulla stessa copertura ma su aree predisposte alla base del fabbricato. La predisposizione di eventuali ponteggi sarà condizionata dall'esame sopracitato (presenza di parti di struttura non sufficientemente stabili) e dalla valutazione delle condizioni di lavoro della mano d'opera.

Successivamente si procederà alla pulizia dei singoli coppi accatastati nel cantiere ed all'eliminazione di quelli danneggiati o con evidenti crepature.

La sostituzione dei coppi scartati sarà eseguita con materiale di recupero selezionato ed approvato dalla Direzione dei Lavori oppure con elementi nuovi di produzione industriale che dovranno essere posizionati nelle file inferiori per ottenere una maggiore omogeneità delle superfici esposte.

Tutte le parti terminali quali le ultime file sulle gronde, il colmo del tetto, angoli o tagli speciali dovranno essere oggetto di particolare attenzione nella predisposizione di sistemi di ancoraggio che dovranno garantire la perfetta solidità dei singoli elementi e dell'intero manto di copertura.

## **Art. 7.4**

### **CONSOLIDAMENTO OPERE IN CALCESTRUZZO**

#### **7.4.1 Generalità**

##### **Impasti di Calcestruzzo**

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

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

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di

aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

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

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

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

### **Controlli sul Calcestruzzo**

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

### **Resistenza al Fuoco**

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

## **7.4.2 Norme per il cemento armato normale**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel DPR 380/2001 e s.m.i, nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

### **Armatura delle travi**

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse 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 dei pilastri**

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 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  $\frac{1}{4}$  del diametro massimo delle barre longitudinali.

### **Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

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.

### **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 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 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 giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

### **7.4.3 Norme per il cemento armato precompresso**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel DPR 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

I sistemi di precompressione con armature, possono essere a cavi scorrevoli ancorati alle estremità (sistemi post-tesi) o a cavi aderenti (sistemi pre-tesi).

La condizione di carico conseguente alla precompressione si combinerà con le altre (peso proprio, carichi permanenti e variabili) al fine di avere le più sfavorevoli condizioni di sollecitazione.

Nel caso della post-tensione, se le armature di precompressione non sono rese aderenti al conglomerato cementizio dopo la tesatura mediante opportune iniezioni di malta all'interno delle guaine (cavi non aderenti), si deve tenere conto delle conseguenze dello scorrimento relativo acciaio-calcestruzzo.

Le presenti norme non danno indicazioni su come trattare i casi di precompressione a cavi non aderenti per i quali si potrà fare riferimento ad UNI EN 1992-1-1.

Nel caso sia prevista la parzializzazione delle sezioni nelle condizioni di esercizio, particolare attenzione deve essere posta alla resistenza a fatica dell'acciaio in presenza di sollecitazioni ripetute.

### **Esecuzione delle opere in calcestruzzo armato precompresso**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

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.

Nel caso di armature pre-tese, nella testata i trefoli devono essere ricoperti con adeguato materiale protettivo, o con getto in opera.

Nel caso di armature post-tese, gli apparecchi d'ancoraggio della testata devono essere protetti in modo analogo.

All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. Per prodotti marcati CE si applicano le procedure di controllo previste dalle pertinenti norme europee armonizzate.

La distanza minima netta tra le guaine deve essere commisurata sia alla massima dimensione dell'aggregato impiegato sia al diametro delle guaine stesse in relazione rispettivamente ad un omogeneo getto del calcestruzzo fresco ed al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, vanno registrati in apposite tabelle e confrontate con le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici previsti in progetto.

La protezione dei cavi scorrevoli va eseguita mediante l'iniezione di adeguati materiali atti a prevenire la corrosione ed a fornire la richiesta aderenza.

Per la buona esecuzione delle iniezioni è necessario che le stesse vengano eseguite secondo apposite procedure di controllo della qualità.

#### **7.4.4 Responsabilità per le opere in c.a. e c.a. precompresso**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel DPR 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del DPR 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

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

#### **7.4.5 Calcestruzzo di aggregati leggeri**

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel DPR 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 206.

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei punti 4.1 e 11.1. del D.M. 17 gennaio 2018.

#### **7.4.6 Risanamento anticorrosivo del calcestruzzo armato degradato**

La corrosione delle armature del cemento armato è una delle principali cause del degrado dei manufatti in calcestruzzo. Il trattamento di rialcalinizzazione ed il relativo ripristino deve essere eseguito con particolare cura e nel pieno rispetto delle istruzioni previste per l'impiego dei materiali.

### **Analisi del fenomeno**

Prima di procedere al recupero è necessario conoscere a fondo le cause del degrado, mediante un'accurata analisi che non può essere solo superficiale.

Ripristini localizzati, limitati e superficiali di strutture in calcestruzzo degradate non interrompono il processo di degrado ma in alcuni casi lo possono acuire. L'obiettivo del risanamento è innanzitutto: impedire l'avanzamento della corrosione, ripristinare l'ambiente basico passivante per i ferri d'armatura, eliminare crepe e porosità superficiali, impedire la penetrazione dell'acqua nel conglomerato, creare una barriera alla carbonatazione ed infine restituire alla superficie la perfezione estetica.

L'analisi del degrado viene eseguita individuando la profondità della carbonatazione, il grado di solfatazione, lo spessore del copriferro, fessurazioni e cavità alveolari nascoste. Lo spessore del copriferro può essere valutato mediante scalpellatura, dove non sia già in evidenza a causa di distacchi per fenomeni di *spalling*. Utilizzando una soluzione di fenoftaleina all'1% in etanolo (indicatore acido-base) può essere individuata la profondità della carbonatazione grazie al viraggio dall'incolore al viola dovuto al passaggio da valori di pH 8,5 - 9 (cls carbonatato) a valori superiori.

### **Ripulitura e preparazione dei ferri**

Con l'utilizzo di un demolitore e/o di una martellina manuale bisognerà scoprire tutti i ferri presenti sulla zona da trattare in modo da rimuovere il calcestruzzo deteriorato e asportare tutte le parti incoerenti e in fase di distacco. Andranno rimosse anche tracce di olii, disarmante, ruggine e sporco in genere.

Si procederà quindi alla preparazione delle armature con la ripulitura dalla ruggine con la tecnica della sabbiatura (se disponibile) ovvero con una spazzolatura energica della superficie dei ferri allo scopo di portare le armature allo stato di metallo bianco.

Si avrà cura di eliminare quegli elementi che in futuro possano costituire punti di penetrazione per acqua ed aria nella matrice cementizia.

### **Trattamento di ripristino**

Il trattamento di ripristino si realizzerà in modo rispondente ai principi definiti nella UNI EN 1504-7 e UNI EN 1504-9 con i materiali riportati nel capitolo *Qualità dei Materiali e dei Componenti*.

La Direzione lavori verificherà il materiale presentato dall'impresa controllando scheda tecnica e modalità operative. Il sistema di trattamento dovrà essere interamente della stessa marca.

Il successivo trattamento passivante andrà eseguito immediatamente dopo la pulizia dei ferri a metallo bianco per evitare una nuova ossidazione dovuta a piogge o umidità ambientale.

Il risanamento del calcestruzzo dovrà essere realizzato con impiego esclusivo di malta strutturale premiscelata a stabilità volumica o a ritiro compensato, tissotropica, antiritiro, fibrorinforzata, ad elevata adesione al supporto, con totale inerzia all'aggressione acida e agli elettroliti. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla UNI EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R4.

La posa in opera dovrà essere realizzata con personale specializzato e idoneo all'impiego delle tecnologie adottate per lo specifico lavoro. La malta dovrà essere quindi applicata a spruzzo (con macchina intonacatrice) o a cazzuola e finita a frattazzo per la complanatura finale e l'ottenimento di una superficie finale liscia e priva di microcavallature.

La malta utilizzata dovrà essere comprovata da idonea certificazione rilasciata da laboratori ufficiali.

La tipologia di malta impiegata dovrà possedere i requisiti principali di seguito riportati:

- alta aderenza al supporto di calcestruzzo;
- alta aderenza all'acciaio costituente l'armatura del calcestruzzo;
- assenza di ritiro (stabilità volumetrica o ritiro compensato) ottenuta mediante una espansione esplicata nella fase di primo indurimento;
- elevata tissotropia;
- facilità di preparazione del prodotto pronto all'uso;
- elevato modulo elastico a compressione (non inferiore a 26.000 MPa);
- elevata resistenza meccanica a compressione a 28 giorni di stagionatura (non inferiore a 60 MPa);
- elevata resistenza meccanica a flessione a 28 giorni di stagionatura (non inferiore a 9 MPa);
- elevata resistenza all'umidità;
- elevata resistenza ai solfati;
- presenza di cloruri al suo interno non superiori al 0,1%.

Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e + 35° C e comunque non inferiori a + 5° C.

### **Applicazioni possibili:**

- negli interventi di recupero, consolidamento e ripristino di opere in conglomerato cementizio armato;
- nei casi di lunghe sospensioni per la ripresa del getto, sui ferri di armatura di attesa di parti strutturali in conglomerato cementizio armato.

#### **7.4.7 CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE CON CALCESTRUZZO PROIETTATO (SPRITZ BETON)**

Il calcestruzzo proiettato (o spritz beton) così come definito dalla norma UNI EN 14487-1, è una miscela di cemento, aggregati, acqua ed eventuali aggiunte e/o additivi e/o fibre, che viene proiettata mediante una lancia ad aria compressa sulla superficie d'applicazione, consentendo di ottenere una massa compatta ed omogenea.

Normalmente il diametro massimo delle particelle dell'aggregato non supera il valore di 12 – 15 mm. Qualora la dimensione massima dei granuli prescritta sia  $\leq 4$  mm (aggregato fine), il calcestruzzo proiettato è denominato anche "gunite".

Il calcestruzzo proiettato è utilizzato come previsto dalla norma UNI EN 14487-2, nelle opere di ingegneria civile in cui è richiesta la messa in opera di calcestruzzo in assenza di casseforme su strati successivi e quando sono richieste resistenze meccaniche elevate anche a brevissima scadenza. La compattazione per questi conglomerati, infatti, si realizza sfruttando la velocità dell'impatto del conglomerato contro le pareti del substrato da ripristinare o consolidare.

Questi conglomerati devono possedere una presa istantanea (o flash set) che viene ottenuta ricorrendo all'aggiunta nell'impasto di additivi acceleranti di presa.

##### **Requisiti e prestazioni**

Se il calcestruzzo proiettato ha funzioni strutturali (rivestimento e protezione di superfici di scavo, riparazioni di strutture in calcestruzzo) le caratteristiche meccaniche devono soddisfare le prescrizioni della legislazione vigente sui calcestruzzi ordinari. La resistenza a compressione del calcestruzzo proiettato, caratterizzato da classi di resistenza comprese tra 30 e 45 MPa (UNI EN 206 e UNI 11104), è valutata su provini estratti mediante carotaggio dal calcestruzzo in opera o su pannello di prova secondo UNI EN 14488-1. La norma UNI EN 14488-2 riporta le modalità di esecuzione per le prove di resistenza a compressione da realizzare.

La posa in opera del calcestruzzo proiettato può avvenire con due procedimenti distinti:

- per "via secca": i soli ingredienti in polvere (cemento, aggregati, aggiunte minerali) vengono trasportati in una tubazione nella quale solo in corrispondenza dell'apparecchio di spruzzo viene aggiunta l'acqua e gli additivi acceleranti;
- per "via umida", invece, ad essere trasportato nella tubazione è il calcestruzzo e l'aggiunta dell'additivo liquido accelerante avviene sempre nel tratto della lancia attraverso un condotto separato dalla pompa principale che trasporta il conglomerato fluido.

In entrambi i sistemi, la proiezione del calcestruzzo viene ottenuta immettendo aria compressa nella parte terminale della tubazione.

I calcestruzzi proiettati saranno posti in opera come descritto sopra contro una superficie di applicazione (supporto), in uno o più strati, in modo da realizzare riporti su elementi costruttivi esistenti o interi elementi bidimensionali (volte, pareti, rivestimenti di scarpate, gallerie, ripristini corticali, ecc.) armati o non armati, senza impiego di cassetture.

Per quanto non espressamente indicato nel presente Capitolato, l'Impresa dovrà fare riferimento alle norme UNI EN 14487-1 e UNI EN 14487-2 regolanti la produzione, la messa in opera ed il controllo dei calcestruzzi proiettati.

In conformità a quanto riportato nella UNI EN 14487-1, i calcestruzzi proiettati vengono classificati in funzione dei seguenti parametri:

- consistenza della miscela umida;
- classe di esposizione;
- velocità di sviluppo delle prestazioni meccaniche nel calcestruzzo giovane;
- classe di resistenza.

I calcestruzzi proiettati fibrorinforzati, inoltre, vengono classificati in base ai seguenti parametri:

- classe di resistenza residua;
- capacità di assorbimento di energia.

Gli additivi per la proiezione, liquidi e solidi, aggiunti alla miscela base, per consentirne la proiezione e la posa in opera senza cassetture, si distinguono in:

- acceleranti di presa e additivi acceleranti di presa non alcalini;
- regolatori di consistenza;
- miglioratori dell'aderenza.

Essi devono risultare conformi alla UNI EN 934-5.

Per quanto riguarda i requisiti di composizione ed i limiti di dosaggio degli additivi, in aggiunta a quanto riportato nella UNI EN 934-5, valgono le seguenti limitazioni:

- 1) contenuto di solfati (espressi come  $\text{SO}_3$ )  $\leq 1\%$ ;
- 2) per acceleranti a base di silicati di sodio:
  - rapporto in peso  $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} \geq 3,4$ ;
  - contenuto di cloruri  $< 0,1\%$ ;
  - $\text{pH} \leq 11,5$ ;
- 3) per conglomerati proiettati esposti ad attacco solfatico:
  - contenuto di alluminati (espressi come  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  $\leq 0,6\%$  in peso sul cemento per additivi contenenti alcali;
  - contenuto di alluminati (espressi come  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  $\leq 1,0\%$  in peso sul cemento per additivi non alcalini.

In merito ai requisiti di composizione di fibre in acciaio o polimeriche eventualmente aggiunte alla miscela di calcestruzzo proiettato, valgono le indicazioni e conformità delle norme UNI EN 14889-1 e UNI EN 14889-2.

### Modalità esecutive

Nel caso, i costituenti base per la realizzazione della miscela (cemento, aggregati, aggiunte, acqua, eventuali additivi e fibre) devono essere preventivamente mescolati per il tempo sufficiente a costituire una miscela omogenea.

La pompa deve essere in grado di garantire un flusso costante di calcestruzzo senza intermissioni che possa provocare la segregazione durante la proiezione.

La proiezione della miscela attraverso la lancia è ottenuta con aria compressa garantendo un getto concentrato fino alla distanza di circa 1,5 m dalla lancia stessa.

Per addensare la miscela umida fresca e accelerare lo sviluppo delle resistenze meccaniche, si possono utilizzare particolari additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, che hanno anche la funzione di conferire al calcestruzzo proiettato, in tempi molto brevi, capacità auto-portante.

Gli additivi saranno prescritti dal progetto ovvero, in mancanza, indicati o autorizzati dalla Direzione lavori.

L'alimentatore dell'additivo deve essere dotato di un dosatore che immette l'additivo stesso in quantità proporzionale alla miscela pompata. Il dosatore deve essere in grado di alimentare l'additivo accelerante con oscillazioni che, rispetto al valore prefissato, risultino inferiori al 10%.

La temperatura della miscela base prima dell'impiego non dovrebbe essere minore di  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  né maggiore di  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Per una corretta messa in opera del calcestruzzo proiettato, la superficie di getto deve essere opportunamente preparata effettuando:

- la rimozione di blocchi instabili e/o del materiale incoerente;
- la pre-umidificazione di superfici particolarmente assorbenti;
- la captazione e/o il controllo delle infiltrazioni d'acqua;

e, nel caso di riparazioni o ristrutturazioni, la rimozione dello strato incoerente o fortemente degradato.

Le eventuali reti d'armatura devono essere posate e fissate in modo da consentire il loro corretto ricoprimento e impedire la formazione di vuoti a tergo.

La proiezione deve assicurare la massima compattazione ed adesione al supporto mediante un'adeguata velocità di proiezione della miscela stessa in relazione alla distanza della lancia dal supporto stesso.

La messa in opera deve avvenire dal basso verso l'alto per passate successive mantenendo la lancia possibilmente perpendicolare alla superficie. Poiché il calcestruzzo è proiettato ad alta velocità contro la superficie da ricoprire, parte del materiale rimbalza (sfrido) e non aderisce alla parete. Le particelle grosse rimbalzano con maggiore facilità rispetto alle fini, lo sfrido è più elevato nel primo strato spruzzato e diminuisce negli strati successivi che sono spruzzati su una superficie di calcestruzzo relativamente plastica.

Considerato che a causa dell'elevato rapporto superficie/volume esiste una maggiore tendenza all'essiccazione, la maturazione del calcestruzzo proiettato deve essere seguita e curata particolarmente nei lavori all'aperto, in caso di forte ventilazione e quando è richiesta una perfetta adesione alla superficie

d'applicazione.

## **Art. 7.5**

### **CONSOLIDAMENTO STRUTTURE CON MATERIALI FIBRORINFORZATI**

#### **7.5.1 Placcaggi estradossali con materiali fibrorinforzati (FRP)**

##### **Generalità**

Nel caso di interventi su strutture o parti di esse in condizioni di degrado statico, si potranno impiegare elementi in materiale composito **FRP** (Fiber Reinforced Polymer).

I materiali fibrorinforzati (FRP) a fibre continue sono materiali compositi costituiti da fibre di rinforzo immerse in una matrice polimerica. Questi sono disponibili in diverse geometrie quali le lamine pultruse, utilizzate per il rinforzo di elementi dotati di superfici regolari, ed i tessuti (uniassiali o multiassiali) che si adattano ad applicazioni su elementi strutturali con forme geometriche più complesse. I tessuti vengono applicati sull'elemento da rinforzare mediante resine che svolgono la funzione sia di elemento impregnante che di adesivo al substrato interessato.

Gli interventi di rinforzo consistono nell'applicazione di lamine, tessuti, reti e barre di FRP sugli elementi strutturali della costruzione, per adesione o mediante dispositivi meccanici di ancoraggio sulle superfici esterne o in alloggiamenti e scanalature realizzate all'interno del paramento.

Alcune casistiche di intervento possono essere:

- la riparazione di strutture danneggiate a causa di terremoti, incendi, ponti, ecc;
- il reintegro di armature corrose nei calcestruzzi ammalorati da condizioni ambientali aggressive, ambienti industriali, opere a mare, ecc;
- l'aumento della resistenza degli elementi strutturali a causa, ad esempio, di cambio destinazione d'uso, adeguamento normativo, ecc;
- il ripristino e adeguamento statico di travi e solai sottodimensionati a flessione;
- il restauro di strutture bidimensionali come piastre, lastre, voltine e serbatoi ad elevato raggio di curvatura;
- il rinforzo di solette di viadotti a seguito dell'incremento di carichi statici e/o dinamici;
- il rinforzo di rampe carrabili in edifici civili ed industriali;
- il rinforzo di strutture sottoposte a vibrazioni;
- l'adeguamento di strutture a volta.

Gli elementi consolidanti possono essere composti da fibre lunghe e continue di acciaio ad alta resistenza arammide, basalto, fibre di vetro (GFRP) o fibre di carbonio (CFRP), combinati in genere con adesivi strutturali polimerici e disposti in funzione del quadro fessurativo rilevato. I tessuti per il rinforzo strutturale sono commercialmente distribuiti allo stato secco ed in rotoli, da utilizzare per l'impregnazione in cantiere con apposite resine. Possono essere unidirezionali, con le fibre tutte orientate nella direzione della lunghezza e tenute insieme da una trama leggera di tipo non strutturale; biassiali, costituiti da una tessitura trama-ordito ortogonale di solito bilanciata (stessa percentuale di fibre nelle due direzioni); multiassiali, con fibre orientate in diverse direzioni del piano.

L'uso di tale tecnologia e materiali è normalmente utilizzata per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza al taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della resistenza a flessione di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate;
- aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- cerchiature esterne di pilastri o colonne in muratura, purchè i tratti rettilinei della cerchiatura non siano troppo estesi;
- iniezioni armate nelle strutture murarie;
- rinforzi delle strutture voltate, purchè si evitino meccanismi di spinta a vuoto;

- irrigidimento dei solai lignei mediante placcaggio incrociato.

La Normativa vigente prevede la possibilità di utilizzare, per gli interventi sulle strutture esistenti, anche materiali non tradizionali purchè nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità tra i quali vengono esplicitamente citate le Istruzioni ed i Documenti Tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche. (es. CNR-DT200 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati").

Il rinforzo tramite FRP è contemplato dal vigente quadro tecnico-normativo italiano attraverso le seguenti più recenti norme e linee guida di riferimento:

- Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- Linee Guida approvate con decreto del Presidente del C.S.L.P. n. 293 del 29 maggio 2019;
- CNR DT 200 (revisionata R1/2013) per le strutture in c.a., c.a.p. e muratura;
- Linee Guida C.S.L.P. del 24 luglio 2009 (per le caratteristiche tecniche di materiali impiegati, filati, tessuti, matrici).

I sistemi di FRP idonei per il rinforzo esterno di strutture possono essere classificati in due categorie principali:

### Sistemi preformati

Sono costituiti da componenti di varia forma preparati in stabilimento mediante pultrusione o laminazione e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Fabbricante comunque consistenti in polimeri termoindurenti. Le caratteristiche tecniche dei sistemi di rinforzo preformati e dei competenti metodi di prova fanno riferimento alle UNI EN 13706-1-2-3. I compositi preformati sono utilizzabili sia per il rinforzo esterno (incollati all'elemento strutturale da rinforzare) o come elementi interni di rinforzo (barre per strutture di calcestruzzo armato) in totale o parziale sostituzione delle armature tradizionali in acciaio o barre per il rinforzo superficiale (ad esempio barre installate in prossimità della superficie).

I sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: modulo elastico e tensione di rottura.

La successiva Tabella 1 riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalla Linea Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche, che il Fabbricante deve determinare al fine di inquadrare il prodotto nella specifica classe e riportarlo in Scheda tecnica. In quest'ultima dovranno essere riportati tutti i valori di riferimento e di qualificazione del sistema almeno pari o superiori a quelli di progetto.

Tabella 1 - Classi degli FRP preformati

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</b> [GPa]	<b>Resistenza a trazione nella direzione delle fibre</b> [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300

C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

### Sistemi impregnati in situ

Sono costituiti da fogli di fibre unidirezionali o multidirezionali che sono impregnati con una resina, la quale può fungere anche da adesivo con il substrato interessato (es. calcestruzzo, muratura). Le due fasi costituenti il sistema di rinforzo devono essere entrambe commercializzate dallo stesso Fabbrikante. In caso di ricorso ad altri materiali al fine di garantire la corretta adesione al supporto (ad esempio primer o rasatura) si precisa che gli stessi saranno costituiti in ogni caso da polimeri termoindurenti.

Le *fibre* dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme: ISO 13002 e UNI EN 13002-2 (fibre di carbonio), UNI 8746 e UNI 9409 (fibre di vetro e di basalto), UNI EN 13003-1-2-3 (fibre di arammide), ISO 16120-1/4, EN 10244-2, ISO 17823:2009 (fibre di acciaio ad alta resistenza). Sono ammessi unicamente acciai ad alta resistenza.

Le *resine* utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1504-4.

I tessuti in acciaio devono essere realizzati con acciai ad alta resistenza (UHTSS – Ultra High Tensile Strength Steel) ed essere soggetti a procedure di controllo della qualità, quali quelle indicate in precedenza, o ad altro protocollo. In tale ultimo caso, la norma di riferimento deve essere indicata dal richiedente all'atto della presentazione della domanda di qualificazione e preventivamente accettata dal STC. Inoltre i tessuti in acciaio devono essere protetti nei confronti dei fenomeni ossidativi tramite processo di galvanizzazione o altro procedimento la cui equivalenza prestazionale deve essere comprovata e accettata dal Servizio Tecnico Centrale.

Il diametro nominale del micro-trefolo (diametro della sezione circolare di superficie equivalente) non può superare 1 mm. La spaziatura netta tra i trefoli deve essere non inferiore a 0,5 mm e non superiore a 6 mm. Per diametri nominali e spaziature diverse da quelle sopra riportate, il Fabbrikante deve dimostrare, tramite opportune prove, che il sistema garantisca il trasferimento degli sforzi tra le fibre stesse e la matrice.

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei rinforzi FRP realizzati in situ si farà riferimento al metodo indicato nella norma UNI EN 2561, estendendola anche ai tessuti pluriassiali.

I sistemi di rinforzo realizzati in situ sono classificati in base ai valori del modulo elastico e della tensione di rottura. Essi sono riconducibili alle classi specificate nella successiva Tabella 2 nella quale sono riportati i relativi valori nominali del modulo elastico e della tensione di rottura a trazione, nella direzione delle fibre.

Tabella 2 - Classi degli FRP realizzati in situ

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</b> [GPa]	<b>Resistenza a trazione nella direzione delle fibre</b> [MPa]
60G/60B	Vetro/Basalto	60	1300
210C	Carbonio	210	2700
350/1750C	Carbonio	350	1750
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000
100A	Arammide	100	2200



180S	Acciaio ad alta resistenza	180	2200*
190S	Acciaio ad alta resistenza	190	2200*

(\*) Nel caso dell'acciaio la resistenza a trazione corrisponde alla tensione di snervamento, definita come la tensione caratteristica che corrisponde ad una deformazione residua allo scarico dello 0,1% determinata sul diagramma tensioni-deformazioni.

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale descritte nel presente documento dovranno essere:

- identificabili per poter risalire univocamente al fabbricante;
- qualificati e controllati secondo le procedure di controllo definite dalle Linee Guida 2019;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e prove di accettazione.

I sistemi di rinforzo FRP - e quindi i relativi prodotti costituenti - devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento e di gestione della qualità coerente con la norma UNI EN 9001. Tale sistema permanente di controllo interno deve assicurare il mantenimento del livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e del sistema di rinforzo nel suo complesso, nonché l'affidabilità delle relative prestazioni, indipendentemente dal lotto di produzione.

In allegato sono riportate gli schemi di Scheda tecnica tipo contenenti le informazioni minime obbligatorie da fornire. La scheda tecnica di un prodotto dovrà infatti indicare obbligatoriamente, fra l'altro:

- resistenza e reazione al fuoco del prodotto;
- temperatura di transizione vetrosa;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego.

A motivo della diversa composizione e qualità di produzione degli elementi fibrosi, i valori di resistenza media possono oscillare tra valori minimi e massimi anche molto accentuati. Così come i valori dei moduli elastici, in proporzione, ad esempio, alla temperatura di produzione, alla variazione nella percentuale delle materie prime, alla composizione degli appretti protettivi, ecc. Si raccomanda quindi, la puntuale consultazione del progetto strutturale per ciascuna applicazione e/o tipologia.

#### 7.5.1.1 Le fibre aramidiche

Le fibre aramidiche sono una classe di fibre sintetiche con elevata resistenza alla trazione e al calore rispondenti alle norme UNI EN 13003-1/2/3.

Un'ottima fibra con elevate caratteristiche meccaniche ed in crescente diffusione, è il Kevlar, prodotto sintetizzando fibre poliammidiche aromatiche ottenute per filatura umida di una soluzione liquido-cristallina di p-fenilendiammina e cloruro tereftalico polimerizzata in acido solforico.

I rinforzi a base di fibre aramidiche devono avere buone proprietà di assorbimento di energia, di deformazione e di dissipazione dell'energia vibrazionale, tipiche per questo materiale.

Tale fibra si può impiegare anche in sistemi ibridi con rinforzi in carbonio o vetro. Inoltre può essere applicata previo annegamento in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-4. Per le sue caratteristiche la fibra aramidica è raccomandata per:

- il rinforzo di murature, con particolare riferimento alle zone sismiche e comunque laddove può essere necessario avere un effetto di dissipazione dell'energia e smorzamento ("damping") delle vibrazioni dovute al traffico o ad altre sorgenti;
- rinforzo di murature, volte e gallerie, arcate, porticati e simili;
- recupero strutturale di ponti e viadotti soggetti a forti vibrazioni dovute a traffico pesante;
- recupero di strutture ferroviarie.

#### 7.5.1.2 Le fibre di vetro

Le reti in fibra di vetro sono prodotte a matrice polimerica continua (**GFRP** - Glass Fiber Reinforced Polymer); si tratta di materiali compositi ed anisotropi, da cui si ottiene un comportamento prevalentemente

elastico lineare fino al collasso.

Le fibre di vetro sono usate per la fabbricazione di compositi che si distinguono per l'elevata resistenza agli alcali ed un'elevata durabilità. Esse sono ottenute per filatura a caldo di vetri di idonea composizione (generalmente allumino-boro silicati) in funzione del tipo di applicazione e dell'ambiente in cui dovrà operare.

Il trasferimento degli sforzi dalla matrice alla fibra viene migliorato con l'ausilio di rivestimenti chimici, previo annegamento in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-4.

Per le sue caratteristiche la fibra di vetro è raccomandata per il rinforzo strutturale armato di edifici in muratura ed in particolare per:

- eseguire rinforzi sismici di manufatti in muratura (pareti, archi, volte, e simili);
- incrementare la resistenza a taglio dei paramenti murari;
- ripristinare le fessurazioni esistenti e ridistribuire gli sforzi.

### 7.5.1.3 Le fibre di carbonio

Il sistema di rinforzo strutturale **CFRP** (Carbon fiber-reinforced plastics) prevede generalmente l'utilizzo di fibre di carbonio annegate in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-4. Il sistema, applicato sulla superficie opportunamente pulita e trattata con un primer per migliorarne l'adesione, deve risultare efficace e adatto alle differenti geometrie degli elementi strutturali. Il sistema a barre invece non prevede l'impiego delle resine sopra descritte.

Le tipologie di rinforzo CFRP usualmente utilizzate possono identificarsi nei seguenti sistemi:

- il **Sistema a Barre** costituito da barre pultruse di carbonio per la riparazione di elementi in calcestruzzo, legno e muratura. Le fibre scelte devono essere in carbonio ad alta resistenza ed in carbonio ad alto modulo elastico. Il sistema così composto può essere abbinato ai ripristini strutturali con l'uso di malte o resine dedicate.
- il **Sistema a Lamine** costituito da piattine di carbonio e da resina in pasta epossidica. Il sistema è tarato per la messa in opera rapida del rinforzo. Le resine devono essere particolarmente indicate per interventi di rasatura e di incollaggio e dotate di buona lavorabilità, riducendo al minimo la tempistica necessaria al rinforzo.
- il **Sistema a Fibre** costituito da tessuti e da una resina impregnante di tipo epossidico, dotata di una adeguata viscosità per permettere la corretta impregnazione dei tessuti. Affinché l'adesione al supporto possa essere perfetta, deve essere eseguita una corretta preparazione del supporto stesso. Questo sistema deve ottimizzare al massimo il quantitativo di fibra presente sulla struttura e risultare versatile per realizzare rinforzi in più direzioni. Alcuni sistemi a fibre possono essere applicabili con resine epossidiche o con malte cementizie. Per propria natura i prodotti FRP sono anisotropi e tendenzialmente elastici lineari in trazione fino a rottura. Contrariamente all'acciaio non sono duttili, né plastici. Nella loro applicazione quindi non devono essere sottoposti a compressione; le fibre non devono essere tagliate o forate. Ulteriori caratteristiche da tenere presenti infatti, sono:
  - 1) che non esiste trasferimento tensionale tra una fibra posta in direzione longitudinale ed un'altra posta nella direzione trasversale;
  - 2) tutti i prodotti FRP non possono essere saldati tra loro. Il collegamento tra uno strato e l'altro avviene esclusivamente mediante una resina.

### Modalità di applicazione del prodotto in barre

Si presterà particolare attenzione alle seguenti fasi o modalità di applicazione delle barre, indipendentemente dalla natura del materiale su cui si interverrà:

#### 1) Realizzazione dei fori.

Eseguire sulla superficie di intervento una serie di perforazioni di diametro superiore a quello del diametro della barra (nel caso del cls, di circa 1,5 volte). La profondità del foro sarà opportunamente calcolata dal

progettista in funzione della tensione a cui è sottoposta la barra e segnalata in progetto.

**3)** Intasare il foro con idoneo prodotto a base di legante epossidico e primer preventivamente individuato e segnalato dalla Direzione Lavori.

**2)** Posizionare la barra per tutta la lunghezza richiesta fino a vedere refluire il prodotto di intasamento utilizzato ed eliminare il prodotto in eccesso avendo cura di non variare la posizione della barra. A seconda del grado di difficoltà di intervento, si prescriverà l'utilizzo di morse e/o sostegni per le barre fino ad avvenuto indurimento della resina.

### **Modalità di applicazione del prodotto in fibre o lamine**

L'applicazione tipica di fibre di carbonio costituite da tessuto e resina impregnante può essere sintetizzata nei seguenti punti:

**1)** Applicazione di fondo ancorante epossidico a rullo o pennello.

Si presterà particolare attenzione alle condizioni del supporto da rinforzare. Nel caso in cui infatti il supporto si presenti degradato, incoerente o non planare, sarà necessario procedere con un intervento di rimozione della parte degradata e una successiva applicazione di malta tipo betoncino con caratteristiche il più possibile compatibili con quelle del supporto. Nel caso in cui siano presenti delle fessure sarà necessario procedere con delle iniezioni consolidanti di resine epossidiche prima di applicare il rinforzo. Nel caso in cui il substrato si presenti in buono stato sarà comunque necessario effettuare un trattamento di idrosabbatura fino a che l'inerte non venga messo in evidenza e comunque dopo essersi assicurati della adeguata resistenza meccanica superficiale del manufatto.

**2)** Rasatura su fresco con stucco a spatola; si presterà attenzione a chiudere tutte le porosità ed ottenere una superficie liscia.

**3)** Applicazione sul rasante fresco delle strisce di tessuto in fibra di carbonio parallelamente alle linee dello sforzo dell'elemento strutturale da rinforzare ovvero delle lamine in carbonio pultruse, quando queste siano prescritte in alternativa ai tessuti.

**4)** Saturazione del tessuto applicando a rullo più mani d'impregnante epossidico.

L'impregnazione del tessuto è una fase molto importante ai fini dell'efficacia del rinforzo. La funzione della resina costituente la matrice è quella di trasferire lo sforzo alle fibre, quindi un'incompleta impregnazione determinerà una resistenza del rinforzo inferiore rispetto a quella di progetto. Per prevenire tale risultato può essere auspicabile impregnare più tessuti con grammatura inferiore ed applicare più strati sovrapposti, per raggiungere le condizioni di rinforzo previste dal progetto. Nel caso in cui il rinforzo sia costituito da tessuti bi e quadri-direzionali la fase di impregnazione deve essere effettuata con cura ancora maggiore.

**5)** Applicazione a spolvero di sabbia silicea di granulometria fino ad 1 mm.

Il supporto così creato sarà costituito per l'eventuale applicazione di una malta a base cemento o a base di calce e cemento, secondo le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

#### **7.5.1.4 Accettazione e controlli**

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e saranno eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- dovranno essere effettuati realizzando campioni contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell'elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali;
- dovranno essere eseguiti su campioni del rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, dovrà verificare che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto.

Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marchiatura stessa e richiedere, per ogni diverso prodotto, il

Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile.

In ogni caso, sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che i prodotti consegnati in cantiere rientrino nelle tipologie previste nella detta documentazione.

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, sarà tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante.

Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori dovrà annotare con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento.

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore dovrà inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### ***Sistemi preformati***

Ai fini dell'accettazione dei sistemi preformati, il Direttore dei Lavori deve provvedere al prelievo di 3 campioni per ciascun tipo di lamina utilizzata nel sistema di rinforzo da installare, dal lotto di spedizione ricevuto. Le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione.

I campioni devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. A tal fine, il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. 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 fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura e del modulo elastico.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbrikante, preleva in cantiere ulteriori 3 campioni dal medesimo lotto di spedizione e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico, calcolati sui 6 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 3 più gli ulteriori 3), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbrikante. Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione.

In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

Il Progettista o il Direttore dei Lavori potranno, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese.

### ***Sistemi realizzati in situ***

Ai fini dell'accettazione dei sistemi realizzati in situ, il Direttore dei Lavori deve provvedere al confezionamento di 6 campioni per ciascun tipo sistema di rinforzo da installare, realizzati in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali. I campioni devono essere confezionati con il massimo numero di strati previsti nell'intervento da realizzare; le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione.

I campioni così confezionati devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. A tal fine, il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

a richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. 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 fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbricante, procede al confezionamento di ulteriori n. 6 provini, con le medesime modalità di cui sopra, e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove.

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico, calcolati sui 12 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 6 più gli ulteriori 6), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.

In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbricante. Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione.

In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC.

Il Progettista o il Direttore dei Lavori potrà, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese.

### ***Rintracciabilità in cantiere***

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento e ad eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, delle procedure di collaudo tecnico-amministrativo.

### ***Installazione***

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione, il Fabbricante deve allegare un Manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la completa posa in opera dei sistemi, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto, preliminarmente all'installazione del composito FRP, alle condizioni ambientali richieste in fase di applicazione del rinforzo (umidità e temperatura), e gli accorgimenti, ove occorrenti, per proteggere il composito dagli effetti termici.

#### **7.5.1.5 SCHEDA TECNICA (sistemi di rinforzo preformati)**

Descrizione (Nome commerciale, classe di appartenenza, tipo di fibra, tipo di resina, marchiatura ed ogni altra informazione generale ritenuta utile).

#### **7.5.1.6 SCHEDA TECNICA (sistemi di rinforzo realizzati in situ)**

Descrizione (Nome commerciale, classe di appartenenza, tipo di fibra, tipo di resina, numero di strati, classe di appartenenza, marchiatura e ogni altra informazione generale ritenuta utile).

## 7.5.2 Sistemi di rinforzo in FRCM

### Definizione

I compositi fibrorinforzati **FRCM** (Fibre/Fabric Reinforced Cementitious Matrix/Mortar) sono il risultato dell'accoppiamento di reti, realizzate con fibre di vetro, carbonio o arammide, o con altre di più recente apparizione sul mercato dei materiali da costruzione, e di una matrice inorganica a base di malta di calce o di cemento. La matrice inorganica presenta evidenti vantaggi rispetto a quella organica soprattutto per le applicazioni alle fabbriche murarie, attesa la sua maggiore affinità con questo tipo di supporti.

I sistemi di rinforzo FRCM possono essere realizzati utilizzando i seguenti tipi di rinforzi interni, sotto forma di fili o trefoli:

- i fili sono costituiti da fibre di arammide, basalto, carbonio, acciaio, PBO (Poliparafenilenbenzobisoxazolo) e fibra di vetro alcali resistente AR;
- i trefoli sono costituiti da fili di acciaio ad alta resistenza (UHTSS).

I fili o i trefoli sono combinati con matrici inorganiche, realizzate con leganti a base di calce o di cemento, con eventuale aggiunta di additivi. Nel caso di additivi di natura organica è prescritto che la componente organica non ecceda il 10% in peso del legante inorganico.

I sistemi di rinforzo FRCM, nel caso in cui sia presente una singola rete, avranno uno spessore compreso tra 5 e 15 mm, al netto del livellamento del supporto. Nel caso di più reti e di maggior spessore sarà contenuto nei 30 mm. La distanza netta tra il contorno dei fili o i trefoli, nelle direzioni in cui sono presenti, non dovrà eccedere 2 volte lo spessore della malta e comunque mai maggiore di 30 mm.

### Impiego

I compositi FRCM sono utilizzabili per realizzare sistemi di rinforzo esterni di strutture esistenti in muratura o in conglomerato cementizio armato.

Il "sistema di rinforzo" in FRCM sarà realizzato in situ applicando alla struttura da consolidare il composito ed eventuali dispositivi di ancoraggio e/o speciali adesivi atti ad impedire il distacco prematuro del composito dal supporto. Potrà essere qualificato come sistema di rinforzo FRCM una singola rete di rinforzo annegata in uno spessore definito di malta, ovvero più reti in un unico spessore di malta sulla base di modalità definite dal Fabbrikante. Sarà possibile che nello strato di malta siano presenti più reti di rinforzo, sovrapposte e opportunamente distanziate, secondo le indicazioni progettuali.

La matrice fungerà anche da adesivo al substrato interessato dall'intervento di rinforzo. Nel sistema FRCM possono essere presenti anche altre componenti organiche, quali:

- eventuali promotori di adesione rete-matrice;
- eventuali additivi per migliorare le proprietà reologiche (di presa, ecc.) della matrice.

I sistemi di rinforzo FRCM dovranno essere posti in commercio da un unico Fabbrikante, che assume la responsabilità della dichiarazione delle prestazioni, analogamente a quanto previsto dalle definizioni di cui al Regolamento. Nel caso in cui sia necessario regolarizzare il supporto in situ prima dell'applicazione del rinforzo FRCM, il Fabbrikante deve riportare sulla scheda di installazione le indicazioni sul tipo di prodotto da utilizzare.

### Requisiti

Per le loro proprietà meccaniche, i rinforzi FRCM sono specificamente indicati nelle applicazioni per le quali sia richiesta la mobilitazione di deformazioni modeste, come tipicamente accade per il rinforzo di murature. L'elevato rapporto fra resistenza e peso dei sistemi FRCM dovrà consentire di esaltare le prestazioni meccaniche dell'elemento strutturale rinforzato, contribuendo essenzialmente a resistere agli sforzi di trazione, senza incrementarne la massa o modificarne significativamente la rigidità.

I rinforzi FRCM devono mostrare, in generale, buona resistenza alle alte temperature, compatibilità chimico-fisica con i substrati in muratura e in calcestruzzo, una certa permeabilità al vapore; inoltre, possono essere preparati ed applicati anche su superfici umide.

Per gli aspetti legati alla identificazione e alla qualificazione, nonché per quelli connessi alla durabilità, trasporto, stoccaggio, movimentazione, utilizzo, si rimanda alla documentazione che accompagna la marcatura CE oppure alle Certificazioni di Valutazione Tecnica (CVT) ed ai manuali di installazione, obbligatori per questi materiali ai sensi della specifica Linea Guida CSLLPP (*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti*).

#### 7.5.2.1 Requisiti delle malte inorganiche

Le malte di calce o cementizie dovranno permettere di realizzare la famiglia di compositi nota con l'acronimo

SRG che si individua di seguito in:

- SRG-HL (Steel Reinforced Grout - Hydraulic Lime) qualora il betoncino strutturale sia di malta di calce idraulica naturale NHL5 a basso contenuto di sali (<4%);
- SRG-C (Steel Reinforced Grout - Cement) qualora il betoncino strutturale sia di malta cementizia monocomponente, tixotropica, fibrorinforzata, polimero modificata con inibitori di corrosione a base di speciali leganti idraulici solfato resistenti e inerti selezionati.

La scelta progettuale di optare per malte di calce idraulica naturale NHL5 piuttosto che per malte cementizie dipende fondamentalmente dalla compatibilità e durabilità che il sistema di rinforzo deve avere con la struttura sulla quale deve essere posato, pertanto in grado di sposarsi al meglio con le malte e i cicli costruttivi di un tempo. Di seguito si riportano le caratteristiche che devono rispettare le malte affinché la matrice possa fungere non solo da legante e adesivo per il tessuto con il substrato ma anche svolgere la fondamentale funzione di protezione per il rinforzo. Pertanto di seguito vengono elencate le principali caratteristiche che dovranno essere rispettate non solo per raggiungere le performance strutturali richiesti ma soprattutto per garantire la durabilità del sistema composito.

Le malte di calce da impiegare devono rispettare le seguenti caratteristiche:

- devono essere conformi alle norme UNI EN 998-1 riguardo le "Specifiche per malte per opere murarie - Malte da intonaci interni ed esterni";
- devono essere conformi alle norme UNI EN 998-2 riguardo le "Specifiche per malte per opere murarie - Malte da muratura";
- devono presentare la marchiatura CE secondo la normativa vigente;
- non devono contenere cemento o derivati del silicato tricalcico o bicalcico;
- non devono contenere calce idrauliche (HL);
- devono contenere calce idraulica naturale NHL5;
- devono contenere un contenuto di calce libera inferiore al 4% (valore equivalente al contenuto di Sali idrosolubili);
- devono avere una permeabilità al vapore <15;
- devono avere una conducibilità termica <0,93 W/mK ;
- devono avere un pH<12;
- non devono presentare degradabilità ai solfati (ASTM C88).

Le malte cementizie da impiegare devono rispettare le seguenti caratteristiche:

- devono essere conformi alle norme UNI EN 1504-3 "Specifiche per prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo";
- devono presentare una resistenza alla diffusione della CO<sup>2</sup> (EN 1062-6) >190;
- devono presentare una resistenza alla diffusione del vapore >60;
- devono presentare un contenuto di ioni cloruro inferiore a 0,02%;
- devono presentare un'impermeabilità all'acqua (DIN 1048) max 19mm;
- devono presentare una reazione al fuoco di classe A1;
- devono contenere un inibitore alla corrosione;
- non devono presentare degradabilità ai solfati (ASTM C88);
- devono presentare una resistenza alla flessione (UNI EN 1015-11) non inferiore a 7 MPa;
- devono presentare una resistenza alla compressione (UNI EN 1015-11) non inferiore a 37 MPa;
- devono presentare un pH >10.

### 7.5.2.2 Dettagli costruttivi

I dettagli costruttivi da curare nella messa in opera di un sistema di rinforzo FRCM dipendono dalla geometria della struttura, dalla natura e consistenza del supporto e dal livello tensionale al quale è sottoposto. L'esecutore dovrà attenersi scrupolosamente alle istruzioni contenute nel manuale di installazione, che il Fabbrikante è tenuto a fornire insieme con il sistema di rinforzo.

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRCM debba essere applicato intorno a spigoli, quest'ultimi devono essere opportunamente arrotondati ed il raggio di curvatura dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. Tale arrotondamento può non essere necessario per tessuti in acciaio, anche in relazione a quanto dichiarato dal Fabbrikante, purché suffragato da prove sperimentali.

Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, che in mancanza di più accurate indagini deve essere di almeno 300 mm.

Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo. Negli interventi di confinamento

la lunghezza di sovrapposizione deve essere almeno pari a 300 mm. Negli altri tipi di intervento, benché sconsigliate, sono possibili lunghezze di sovrapposizione inferiori a 300 mm, purché qualificate dal Fabbrikante in occasione del conseguimento delle Certificazioni di Valutazione Tecnica (CVT).

Qualora fosse previsto dal progettista o dalla Direzione lavori l'utilizzo di più strati, il processo di messa in opera dovrà seguire le modalità previste nel manuale di installazione.

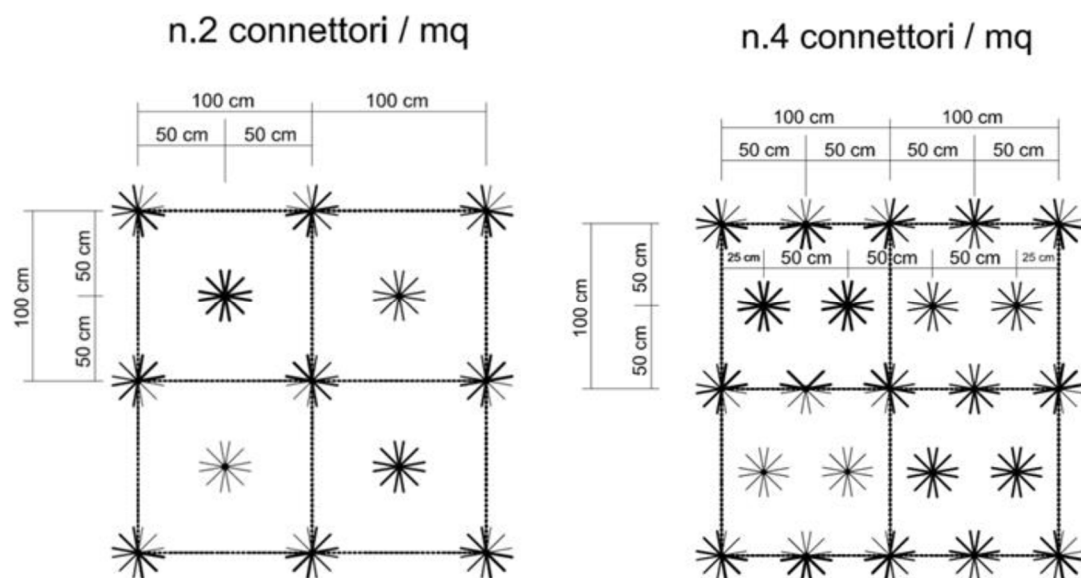
In presenza di più strati di rinforzo, le sovrapposizioni devono essere opportunamente sfalsate. Sono sconsigliati sfalsamenti inferiori alla metà dello spessore dell'elemento rinforzato, con un minimo di 300 mm. Negli interventi di solo confinamento, può essere opportuno lasciare una zona non rinforzata alle estremità, allo scopo di evitare che pressioni di contatto locale possano causare fenomeni di rottura fragile e distacco dal supporto.

Qualora fosse previsto dal progettista o dalla Direzione lavori l'utilizzo di connettori, si forniscono al riguardo i seguenti suggerimenti di dettaglio.

Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello, è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato.

Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati, o in assenza di diatoni in numero adeguato, è obbligatorio adottare connettori passanti.

Valori di riferimento del numero dei connettori da utilizzare variano tra 2 e 4 al mq di superficie, in funzione dello spessore murario e della qualità muraria, disposti a quinconce. E' inoltre opportuno infittire i connettori in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari.



Nel caso risulti necessario trasferire le azioni di trazione del sistema di rinforzo anche attraverso un maschio murario ovvero in un cantonale, per realizzare una fascia di piano si dovrà valutare attentamente il dettaglio costruttivo, al fine di garantire la continuità o l'ancoraggio in modo adeguato, anche utilizzando tipologie di sfioccamento o di sovrapposizione. Tali indicazioni dovranno trovare riscontro nei manuali di installazione forniti dai Fabbrikanti dei sistemi che saranno messi in opera.

### 7.5.3 Sistemi di rinforzo in CRM

#### Definizione

L'intonaco armato, denominato nel seguito **CRM** (*Composite Reinforced Mortar*), è realizzato mediante una rete preformata in composito (FRP) inserita in una malta ad uso strutturale e applicata sulla superficie dell'elemento strutturale in muratura da rinforzare. In detto sistema la rete in FRP è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra l'elemento murario e l'intonaco armato.

Lo spessore dei sistemi di rinforzo CRM sarà compreso, di norma, tra 30 mm e 50 mm, al netto del livellamento del supporto.

I sistemi di rinforzo CRM saranno tipicamente costituiti da:



- reti preformate, realizzate mediante impregnazione di fibre resistenti agli alcali, in vetro, carbonio, basalto o arammide in un'unica fase produttiva con la funzione di fornire un incremento della resistenza a trazione ed il confinamento degli elementi da rinforzare;
- angolari in rete preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, realizzati con i medesimi materiali e processo produttivo delle reti, con funzione di realizzare una continuità strutturale in corrispondenza degli angoli;
- elementi di connessione interamente o parzialmente preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, comunque resistenti agli alcali e realizzati con i medesimi materiali, con la funzione di garantire il collegamento dell'intonaco armato con l'elemento murario e con il rinforzo installato sulla faccia opposta di quest'ultimo, laddove previsto;
- malte a base cementizia o di calce a prestazione garantita per uso strutturale;
- ancoranti chimici per la solidarizzazione dei connettori tra loro o l'ancoraggio degli stessi nel supporto murario.

Le reti, gli angolari e gli elementi di connessione in composito, costituenti i sistemi di rinforzo CRM, dovranno essere realizzati mediante l'impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio, basalto o arammide, immerse in una matrice polimerica termoindurente.

Le reti e gli angolari dovranno essere di tipo preformato e realizzati in stabilimento mediante la tecnica della testruzione, o altri processi produttivi di comprovata validità tecnologica, e successivamente applicati in cantiere alla membratura da rinforzare con malte a prestazione garantita.

Per le loro proprietà meccaniche, i rinforzi CRM sono specificamente indicati nelle applicazioni per le quali sia richiesta la mobilitazione di deformazioni modeste, come tipicamente accade per il rinforzo di murature.

I rinforzi CRM devono mostrare, in generale, buona resistenza alle alte temperature, compatibilità chimico-fisica con i substrati in muratura e in calcestruzzo e una certa permeabilità al vapore.

Per gli aspetti legati alla identificazione e alla qualificazione, nonché per quelli connessi alla durabilità, trasporto, stoccaggio, movimentazione, utilizzo, si rimanda alla documentazione che accompagna la marcatura CE oppure alle Certificazioni di Valutazione Tecnica (CVT) ed ai manuali di installazione, obbligatori per questi materiali ai sensi della specifica Linea Guida CSLLPP (*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformati in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)*).

### Requisiti normativi

Gli intonaci armati CRM così come definiti sopra costituiscono sistemi o kit di cui al punto 2 dell'art. 2 del Regolamento UE n. 305/2011.

Per la descrizione delle caratteristiche tecniche delle armature in FRP del sistema e dei relativi metodi di prova, si dovrà fare riferimento alle UNI EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

Le malte cementizie e/o di calce a prestazione garantita dovranno essere conformi alla UNI EN 998-1/2 e/o alla UNI EN 1504-2/3 con sistema di certificazione 2+; in ogni caso ne dovranno essere definiti dal Fabbrikante i parametri di resistenza a trazione, resistenza a compressione e modulo elastico a compressione.

Gli ancoranti chimici dovranno essere conformi alla UNI EN 1504-4 o ad altra specifica tecnica armonizzata o ETA.

I sistemi di rinforzo CRM dovranno essere posti in commercio ed acquistati da un unico Fabbrikante o Distributore, che assume la responsabilità della dichiarazione delle prestazioni, secondo le definizioni di cui al predetto Regolamento UE n. 305/2011. Come nella tecnica dell'intonaco armato tradizionale, fanno eccezione le malte che potranno essere commercializzate da un differente Fabbrikante, se le prestazioni sono garantite ad uso strutturale in conformità alle norme sopra richiamate.

### 7.5.3.1 Caratteristiche del sistema

Le **reti e gli angolari** dei sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: il modulo elastico e la tensione di rottura. La successiva Tabella 1 riporta le classi dei rinforzi contemplate dalla Linea Guida sull'intonaco armato CRM approvata dal CSLLPP ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche.

Nella Scheda tecnica predisposta dal Fabbrikante secondo le indicazioni della citata Linea Guida (Allegato 4), dovranno essere riportati tutti i valori di riferimento del sistema almeno pari o superiori a quelli di progetto.

*Tabella 1 - Classi delle reti preformate in FRP*

<b>Classe</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Modulo elastico a trazione medio nella direzione delle fibre [GPa]</b>	<b>Resistenza a trazione caratteristica nella direzione delle fibre [MPa]</b>
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/1000	Vetro/Basalto	38	800
G45/1000 B45/1000	Vetro/Basalto	45	1000
C120/1800	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55/1200	Arammide	55	1200

I parametri geometrici e fisici che caratterizzano le reti e gli angolari sono la distanza tra i trefoli nelle due direzioni della rete (indicati convenzionalmente con i termini di "ordito" e "trama") e le rispettive grammature, nonché le modalità di orditura.

Il Fabbricante è tenuto a fornire, in riferimento alle reti/angolari in composito, indicazioni utili, quali gli interassi tra i trefoli, in trama e ordito, le relative grammature e le caratteristiche meccaniche.

La distanza netta tra i trefoli non potrà essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non minore di 30 mm.

Anche se per le due direzioni della rete (longitudinale e trasversale) potranno essere indicati valori differenti, sarà assunta la classe corrispondente alle proprietà minori.

I **connettori** in FRP dovranno essere conformi a quanto riportato nel documento CNR DT 203/2006 in merito alle prove di trazione che li classificano.

Nella Scheda tecnica del Fabbricante dovranno inoltre essere riportati il valore medio e quello caratteristico della tensione di rottura, il valore medio del modulo elastico, nonché la deformazione a rottura sia per la rete che per il connettore.

Le **malte** potranno contenere eventuali additivi, fra cui microfibre polimeriche, e componenti organiche la cui percentuale complessiva in peso rispetto a quelle del solo legante inorganico (cemento e/o calce) non potrà essere superiore al 10%.

### **Prescrizioni operative**

I sistemi di rinforzo CRM dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento e di gestione della qualità, in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001. Tale sistema permanente di controllo interno, deve assicurare il mantenimento del livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e del sistema di rinforzo nel suo complesso, nonché l'affidabilità delle relative prestazioni, indipendentemente dal lotto di produzione.

A tal fine, sia durante il processo di produzione in stabilimento, sia ai fini della qualificazione del prodotto mediante il rilascio della Certificazione di Valutazione Tecnica (CVT), dovrà essere garantita l'esecuzione delle prove previste nel dettaglio dalla Linea Guida CRM.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche

qualitative e riconducibile alla relativa linea di produzione ed allo stabilimento di produzione. La marchiatura, deve essere apposta alla fine del ciclo di produzione e/o della linea di confezionamento ovvero per ogni lotto di produzione, prima del deposito a magazzino e comunque prima della spedizione. Deve esserne garantita la inalterabilità sino alla consegna in cantiere senza possibilità di manomissione.

Il sistema di marchiatura deve prevedere marchiature da apporsi ad ogni singolo pezzo, con identificativi diversi per ogni prodotto, per ogni linea di produzione ovvero per ogni stabilimento di produzione.

### **7.5.3.2 Accettazione e controlli**

Il Direttore dei Lavori deve verificare la scrupolosa osservanza delle modalità di installazione del sistema, con particolare riguardo alla preparazione del supporto e alla corretta applicazione e stagionatura del sistema CRM, atteso che una inadeguata applicazione potrebbe compromettere l'efficacia del sistema stesso di rinforzo.

Il Direttore dei lavori provvederà ai controlli di accettazione in cantiere di ciascun lotto di spedizione in riferimento al lotto di produzione e di tutti i componenti del Sistema CRM oggetto di fornitura.

I campioni destinati alle prove devono essere in numero di 3 per ognuno dei componenti dei sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale diversa natura delle fasi (in particolare della grammatura del rinforzo) e delle eventuali diverse caratteristiche delle reti nelle due direzioni. Le dimensioni saranno quelle indicate per la prova di trazione. Le prove da eseguire sono unicamente quelle di trazione sui componenti in FRP del sistema, descritte all'Allegato 1 della Linea Guida CRM.

Il Direttore dei lavori prescriverà inoltre prove sulle malte da utilizzare in ragione di due provini per ogni lotto di spedizione per verificarne le caratteristiche dichiarate, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

I termini, i valori e le modalità delle prove e delle verifiche indicate sono disciplinati dalla citata Linea Guida CRM a cui si farà riferimento.

Oltre ad eseguire i controlli di accettazione, il Direttore dei Lavori verificherà che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto.

Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della Marcatura stessa e richiedere, per ogni diverso prodotto, il Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile.

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante/Distributore. Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori annoterà con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento.

Il Fabbrikante dovrà assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### **Prove sui materiali**

La Direzione lavori provvederà al coordinamento delle prove sui materiali prelevando e ordinando gli opportuni campioni di ciascuna tipologia secondo le indicazioni e le procedure dettate dalla Linea Guida CRM.

## **Art. 7.6 PROVE SUI MATERIALI**

### **Art. 7.6.1 Leganti idraulici 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 benessere 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.

### 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 45.1 - 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 [mm] 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
42,5	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
42,5 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30					

**Tabella 45.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
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	32,5	≤ 3,5 %
		CEM II	32,5 R	
		CEM IV	42,5	
		CEM V	42,5 R	≤ 4,0 %
			52,5	
			52,5 R	
		CEM III	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi	Tutte le classi	≤ 0,10 %
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

**Tabella 45.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza [N/mm²]	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	4,0			4,5		
	Tipo II						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B						
	Tipo III/C	5,0					

Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore	0,11
Pozzolanicità	Positiva a 15 giorni

## Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei Lavori potrà disporre 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 CEN/TR 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. Parte 2: Valutazione e verifica della costanza della prestazione;*

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. Parte 2: Metodi di prova.*

UNI 9606 - *Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.*

### 7.6.1.1 Prove fisiche - Prova di indeformabilità

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare se il cemento può dare luogo a fenomeni espansivi, dovuti alla presenza di ossido di calcio libero e/o ossido di magnesio cristallino; per la prova si usano le cosiddette "pinze di Le Chatelier".

La norma di riferimento da seguire per la prova di indeformabilità è la UNI EN 196-3.

Per i cementi d'alto forno, contenenti più del 7% di ossido di magnesio, l'espansione deve essere misurata in autoclave con vapore alla temperatura di 215 °C e su provini prismatici di 25 x 25 x 250 mm stagionati per un giorno a 20 °C ed umidità relativa non inferiore al 90%.

#### Modalità esecutive

Prima della esecuzione della prova, si preparerà la pasta cementizia con consistenza normale, componendo almeno tre provini.

La pinza di Le Chatelier usata per la prova sarà composta da un recipiente cilindrico in lamiera di ottone (di 30 mm di diametro e 30 mm di altezza) aperto lungo una generatrice, al quale saranno saldati due aghi o punte, inizialmente a contatto.

Riempiti i recipienti cilindrici con la pasta di cemento da testare si presterà attenzione alle punte in modo che non vengano divaricate all'inizio della prova e si lascerà a stagionare tutto per 24 h, a una temperatura di 20° C e una umidità relativa non inferiore al 75 %.

In seguito la pinza verrà messa in una vasca d'acqua in ebollizione (ovvero a 100 °C) per la durata di 3 ore, in modo da velocizzare alcune reazioni.

Infine si attenderà il raffreddamento della pinza e si misurerà il distacco delle punte.

### 7.6.1.2 Prove fisiche - Determinazione del tempo di presa

#### Definizione

Lo scopo della prova è quello di determinare il tempo di presa dei cementi e delle malte osservando la penetrazione di un ago nella pasta cementizia normale fino a quando non raggiunge un valore specifico.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione dei tempi di inizio e fine presa é la UNI EN 196-3.

### **Modalità Esecutive**

Prima della esecuzione della prova, si preparerà la pasta cementizia con consistenza normale, componendo anche più di un provino. In particolare si peserà con la precisione di 1 g, 500 g di cemento e 125 g di acqua distillata.

### **Determinazione del tempo di inizio presa.**

L'apparecchio da utilizzare, denominato Ago di Vicat, dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma di riferimento.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo dell'apparecchio di Vicat; in particolare, verificata che la temperatura del luogo di prova sia di  $20^{\circ}\text{C} \pm 1$  e che l'umidità relativa sia non inferiore al 90%, si avrà cura di controllare la verticalità dell'ago di prova e che la massa delle parti mobili sia complessivamente di  $300 \text{ g} \pm 1$ .

Trattandosi di un apparecchio automatico, si posizionerà il diagramma per registrare la profondità di penetrazione e selezionare i tempi e i relativi punti di acquisizione.

Si posizionerà lo stampo con la base sotto l'ago e si abbasserà lentamente l'ago fino al contatto con l'impasto.

Si libereranno le parti mobili in modo da permettere alla sonda di penetrare al centro dell'impasto.

L'apparecchio quindi registrerà la penetrazione della sonda e il tempo zero.

Le letture saranno eseguite ogni 10 minuti e in posizioni prestabilite. Si avrà cura di ripulire l'ago immediatamente dopo ogni registrazione.

Si considererà tempo di inizio presa del cemento, con precisione di 5 minuti, il tempo trascorso tra l'istante zero e quello che si avrà quando la distanza tra ago e piastra è di  $4 \text{ mm} \pm 1$ .

### **Determinazione del tempo di fine presa.**

Terminata la determinazione dell'inizio presa, si capovolgerà lo stampo sulla piastra di base e si ripeteranno le operazioni come descritto precedentemente. Cambieranno però gli intervalli di registrazione, a 30 minuti.

Si considererà tempo di fine presa del cemento, con precisione di 15 minuti, il tempo trascorso tra l'istante zero e quello che si avrà quando l'ago per la prima volta non penetra più di 0,5 mm nel provino.

## **7.6.1.3 Prove fisiche - Determinazione della finezza di macinazione**

### **Definizione**

Lo scopo della prova è quello di rilevare, mediante setacciatura o mediante permeabilità all'aria, la finezza del cemento. Queste metodiche sono applicabili a tutti i cementi descritti nella UNI EN 197-1.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione della finezza di macinazione é la UNI EN 196-6.

### **Modalità Esecutive**

L'apparecchiatura necessaria all'esecuzione della prova potrà comprendere i seguenti elementi:

- Staccio di prova di diametro nominale da 150 a 200 mm e profondità da 40 a 100 mm provvisto di una tela con luce di maglia di  $90 \mu\text{m}$
- Vassoio (sotto lo staccio)
- Coperchio
- Bilancia
- Cellula di permeabilità
- Disco perforato
- Pistone tuffante
- Manometro
- Liquido manometrico
- Cronometro
- Picnometro
- Bilancia/e (in grado di pesare 3g con un'approssimazione di 1mg (per il cemento) e 50 - 100 g con approssimazione di 10 mg (per il mercurio)
- Cemento di riferimento (avente superficie specifica  $S_o$  in  $\text{cm}^2/\text{g}$  nota)

L'ambiente in cui si eseguirà la prova di permeabilità dovrà essere mantenuto a una temperatura di  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ed umidità relativa  $\geq 65\%$ .

**Esecuzione della prova - Metodo di stacciatura - Determinazione del residuo di cemento**

- Si agiterà il campione di cemento da sottoporre a prova per 2 minuti in un recipiente tappato
- Dopo 2 minuti di attesa si agiterà lentamente la polvere ottenuta utilizzando una bacchetta pulita
- Si inserirà il vassoio sotto lo staccio
- Si peseranno 10g di cemento (precisione di 0,01g) e si verseranno nello staccio facendo attenzione ad evitare perdite e disperdere gli eventuali grumi
- Si fisserà il coperchio sullo staccio e si comincerà ad agitare (con movimenti circolari, planari e lineari) fino a quando non passa più materiale attraverso lo staccio
- Si peserà il residuo e si esprimerà questa massa in percentuale (R1) della quantità messa inizialmente nello staccio con precisione dello 0,1%
- Si toglierà con delicatezza e con l'ausilio di una spazzola il materiale dalla base dello staccio e si rimetterà nel vassoio
- Si ripeterà la procedura utilizzando un nuovo campione di 10g per ottenere questa volta la massa in percentuale (R2)
- Si calcolerà il residuo del cemento R come media tra R1 ed R2 espressa in percentuale con precisione dello 0,1%
- Qualora i risultati differiscano per più dell'1% assoluto, si effettuerà una terza stacciatura e si calcolerà la media dei tre valori.

**Prova di permeabilità all'aria - Determinazione del Volume del letto di cemento compattato**

Si procederà a determinare il volume del letto di cemento come di seguito indicato:

si applicherà una pellicola sottile di olio minerale leggero all'interno della cellula;

si porrà il disco perforato sullo spallamento della cellula;

si metteranno due dischi di carta da filtro nuovi sul disco perforato e ci si accerterà che entrambi coprano la base della cellula e rimangano piatti;

si riempirà la cellula di mercurio;

si elimineranno le eventuali bolle d'aria con l'utilizzo di una bacchetta asciutta e pulita;

si accerterà che la cellula sia piena e a tal fine si eserciterà una pressione, tramite l'utilizzo di una piastra di vetro, sulla superficie di mercurio fino a quando quest'ultimo sarà al livello della parte superiore della cellula;

si svuoterà la cella e si peserà il mercurio, registrandone il peso  $m_2$  del mercurio e la temperatura  $T_{2\text{merc}}$ ;

si toglierà uno dei due dischi di carta da filtro e si formerà un nuovo letto di cemento compattato (come espresso nella norma UNI EN 196-6);

si riempirà nuovamente la cellula di mercurio;

si elimineranno le eventuali bolle d'aria con l'utilizzo di una bacchetta asciutta e pulita;

si accerterà che la cellula sia piena e a tal fine eserciterà una pressione, tramite l'utilizzo di una piastra di vetro, sulla superficie di mercurio fino a quando quest'ultimo sarà al livello della parte superiore della cellula;

si svuoterà la cella e si peserà il mercurio, registrandone il peso  $m_3$  del mercurio e la temperatura  $T_{3\text{merc}}$ ;

Si calcolerà il volume V del letto compattato con la seguente formula:

$$V = \frac{m_2 - m_3}{\rho_H}$$

( $\text{cm}^3$ ) in cui  $\rho_H$  è la densità del mercurio alla temperatura di prova  $20^\circ\text{C}$   $\rho_H = 13,550 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  (valore ricavato dal prospetto I della UNI EN 196-6);

si ripeterà la procedura con letti di cemento fresco fino a quando non si otterranno due valori del volume V che differiscono non più di  $0,005 \text{ cm}^3$  e si registrerà, in tal caso, il valore medio dei due volumi, come volume V del letto di cemento in  $\text{cm}^3$ .

**Determinazione della densità del cemento**

Si procederà ad agitare il campione di cemento da sottoporre a prova per 2 minuti in un recipiente tappato; dopo 2 minuti di attesa agiterà lentamente la polvere ottenuta utilizzando una bacchetta pulita;

si determinerà la densità del cemento  $\rho$ , con precisione di  $0,01 \text{ g/cm}^3$ , attraverso l'utilizzo del picnometro e di un liquido non reagente, effettuando due misurazioni e registrandone il valore medio ottenuto, ( **$\rho$** ).

### **Formazione del letto**

Si peserà una quantità di cemento  $m1$  tale da ottenere un letto di cemento avente porosità  $e = 0,500$ . Si ricaverà tale quantità dalla seguente formula:  $m1 = 0.500 * \rho * V$

in cui

$\rho$  = densità del cemento in  $g/cm^3$ , calcolata come sopra descritto,

$V$  = volume del letto di cemento in  $cm^3$ , determinato come sopra descritto,

La massa  $m1$  di cemento così determinata, correttamente compattata, fornirà un letto di cemento di porosità  $e = 0,500$ ;

si metterà il disco perforato sullo spallamento presente sul fondo della cellula e si rimetterà un nuovo disco di carta da filtro;

si accerterà che il disco di carta da filtro copra completamente il disco perforato e sia piatto, premendo su di esso con una bacchetta asciutta e pulita;

si metterà la quantità di cemento  $m1$  pesata nella cellula facendo attenzione ad evitare perdite;

si picchetterà la cellula per livellare il cemento e si farà uso di un secondo disco di carta da filtro sul cemento livellato;

si inserirà il pistone tuffante fino ad ottenere il contatto con il disco di carta da filtro e si eserciterà su di esso una pressione delicata ma ferma fino a quando la faccia inferiore dello spallamento entra in contatto con la cellula;

si ritirerà lentamente il pistone tuffante di 5mm, lo ruoterà di  $90^\circ$  ed eserciterà nuovamente una pressione delicata ma ferma sul letto fino a quando lo spallamento del pistone tuffante entra in contatto con la cellula.

A quel punto, avendo raggiunto la compattazione del letto, si ritirerà lentamente il pistone tuffante e si procederà ad effettuare la prova di permeabilità.

### **Procedura di prova di permeabilità**

Si inserirà la superficie conica della cellula nell'alloggiamento della parte superiore del manometro utilizzando, se necessario, una piccola quantità di grasso leggero al fine di garantire la tenuta ermetica, ponendo attenzione a non perturbare il letto di cemento preparato;

si chiuderà la parte superiore del cilindro con idoneo tappo di chiusura;

si aprirà il rubinetto a maschio e con una leggera aspirazione si alzerà il livello del liquido manometrico fino alla linea incisa superiore;

si chiuderà il rubinetto a maschio e si accerterà che il livello del liquido manometrico rimanga costante. Nel caso scenda, si ripeterà il collegamento cellula/manometro e si controllerà il rubinetto a maschio ripetendo anche l'operazione di alzata per aspirazione del livello del liquido manometrico;

si toglierà il tappo dalla parte superiore del cilindro e si lascerà defluire il liquido;

si avvierà il cronometro non appena il liquido raggiungerà la seconda linea incisa e lo si bloccherà quando il liquido raggiunge la terza linea incisa;

si registrerà il tempo  $t1,1$  intercorso con precisione di 0,2 sec e la temperatura di prova  $T1,1$  con precisione di  $1^\circ C$ ;

si ripeterà la procedura sullo stesso letto e si registreranno i nuovi valori di tempo e temperatura ottenuti  $t1,2$  e  $T1,2$ ;

si preparerà un secondo letto fresco dello stesso cemento con un secondo campione, seguendo nuovamente quanto espresso sopra nella presente istruzione operativa. Nel caso non vi sia molto cemento a disposizione, si romperà il primo letto di cemento sul quale ha già effettuato la prova e si ricaverà il secondo letto dal riutilizzo del materiale del primo letto.

Si ripeterà per due volte la prova di permeabilità sul secondo letto formato e si registreranno i valori di tempo e temperatura  $t2,1$ ,  $T2,1$ ,  $t2,2$  e  $T2,2$ ;

A seguito dell'ultima lettura effettuata, si riporrà il materiale sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.

### **Determinazione della costante dell'apparecchiatura**

Si provvederà a preparare un letto di cemento compattato, utilizzando il cemento di riferimento proveniente da idonea fornitura per il laboratorio e se ne misurerà la permeabilità  $\rho$  in base alle procedure indicate ai punti indicati sopra nella presente istruzione operativa;

si eseguirà la prova di permeabilità, come espresso sopra, e se ne registrerà il tempo  $t$  e la temperatura di prova  $T$ ;

utilizzando lo stesso letto, si ripeteranno ulteriori due volte la prova di permeabilità e si registreranno gli altri due valori di tempo e temperatura;



si ripeteranno tutte le operazioni sopra indicate su altri due campioni dello stesso cemento di riferimento;  
 si calcoleranno per ogni campione le medie dei tre tempi e delle tre temperature, al fine di poter determinare per ogni campione (o letto di cemento) la costante K dell'apparecchiatura.  
 La media dei tre valori di K viene adottata come costante K dell'apparecchiatura.

### **Ritaratura dell'apparecchiatura**

L'uso ripetuto dell'apparecchiatura può determinare modifiche del volume del letto di cemento ( $V$ ) e della costante dell'apparecchiatura ( $K$ ) (a causa dell'usura della cellula, del pistone tuffante e del disco perforato). Queste modifiche possono essere determinate con l'ausilio del cemento di riferimento di cui è nota la superficie specifica  $S_0$ .

Il volume del letto di cemento e la costante dell'apparecchio devono essere ritirati, di norma, tramite l'utilizzo del cemento di riferimento:

- dopo 1000 prove
- in caso di utilizzo di fluido manometrico diverso da quello indicato dal produttore
- in caso di utilizzo di carta da filtro diversa da quello indicato dal produttore
- in caso di utilizzo di nuovo tubo manometrico
- in caso di deviazioni sistematiche del cemento di riferimento

### **Riferimenti di calcolo - Prova di permeabilità all'aria**

La superficie specifica del cemento  $S$ , espressa in  $\text{cm}^2/\text{g}$ , si calcola con la formula:

$$S = \frac{K}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{e^3}}{(1-e)} \cdot \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{0,1\eta}} \quad \text{in cui:}$$

$K$  = costante dell'apparecchiatura

$e$  = porosità del letto di cemento

$t$  = tempo misurato, in sec

$\rho$  = densità del cemento, in  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\eta$  = viscosità dell'aria alla temperatura di prova (ricavabile dal prospetto I della norma)

Ponendo  $e = 0,500$  e temperatura di prova =  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  risulta:

$$S = \frac{542,5 \cdot K \cdot \sqrt{t}}{\rho}$$

### **Costante dell'apparecchiatura**

La costante dell'apparecchiatura  $K$  si ottiene dalla media dei tre valori ricavati dai 3 campioni con la seguente formula:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}$$

I valori per ogni singolo campione si ricavano dalla seguente formula:

$$K_i = \frac{S_0 \cdot \rho_0 \cdot (1-e) \cdot \sqrt{0,1 \cdot \eta_0}}{\sqrt{e^3} \cdot \sqrt{t_0}}$$

da cui, per  $e = 0,500$  si ha:

$$K_i = 1,414 \cdot S_0 \cdot \rho_0 \cdot \frac{\sqrt{0,1 \cdot \eta_0}}{\sqrt{t_0}}$$

in cui:

$S_0$  = superficie specifica del cemento di riferimento, in  $\text{cm}^2/\text{g}$  (valore noto)

$\rho_0$  = densità del cemento di riferimento, in  $\text{g}/\text{cm}^3$

$t_0$  = media dei tre tempi misurati dalla prova di permeabilità, in sec

$\eta_0$  = viscosità dell'aria corrispondente alla media dei valori di viscosità per le 3 temperature

#### 7.6.1.4 Resistenza meccanica - Flessione e compressione su malta plastica

##### Definizione

Lo scopo della prova è quello di determinare la resistenza a compressione e flessione delle malte.

Le norme di riferimento da seguire per le prove di flessione e compressione sono la UNI EN 1015-11 (per malte per opere murarie) e la UNI EN 197-1 (per le malte da cemento).

##### Modalità esecutive

###### *Prova di resistenza a flessione*

Si provvederà a collocare il prisma nella macchina di prova con una faccia laterale sui rulli di supporto e con l'asse longitudinale normale rispetto ai supporti. Applicando verticalmente il carico per mezzo del rullo di carico sulla faccia laterale opposta del prisma con una velocità uniforme di  $(50 \pm 10)$  N/s si procederà fino a rottura. Si predisporranno provini cubici di dimensioni 40 x 40 x 160 mm.

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni, a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.

Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

I semiprismi così ottenuti si possono conservare umidi anche per la prova di compressione.

###### *Prova di resistenza a compressione*

I mezzi prismi ottenuti dalla prova di flessione potranno essere sottoposti a compressione sulle facce laterali di sezione pari a 40 mm x 40 mm.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni, a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

Si provvederà quindi ad aumentare in modo uniforme il carico alla velocità di  $(2400 \pm 200)$  N/s per tutta la durata dell'applicazione del carico fino a rottura.

Al momento della rottura, si annoterà il valore di rottura (KN) e il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento);

Scaricata la macchina, i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

##### Riferimenti per il calcolo

Il calcolo della resistenza alla flessione,  $f$ , in N/mm<sup>2</sup>, risulta dall'equazione seguente:

$$f = 1,5 \frac{Fl}{bd^2}$$

dove per i valori di  $b$  e  $d$  possono essere considerate le dimensioni interne dello stampo.

#### Art. 7.6.2 Calcestruzzi

Per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione dei seguenti parametri caratteristici:

##### Classe di resistenza del calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17 gennaio 2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica ( $f_{ck}$ ) e cubica ( $R_{ck}$ ) a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici.

#### Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<i>Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura</i>		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
<i>Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55 [Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]</i>		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
<i>Classe di resistenza minima per strutture precomprese</i>		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
<i>Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75 [Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]</i>		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
<i>Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105</i>		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

Il direttore dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche di calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

#### Tipologie di controlli

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A o di tipo B.

##### Controllo di tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup> ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

##### Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Si ricorda che un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario al confezionamento di 2 cubetti (provini). La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo.

### Esito del controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c \min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi : 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )
Dove: $R_{cm28}$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $R_{c \min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $s$ = scarto quadratico medio	

### Prelievo dei provini

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione sarà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvederà alla redazione di apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

### 7.6.2.1 Resistenza meccanica - Rottura a compressione

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il valore di rottura a compressione su provini di conglomerato cementizio indurito di forma cubica e/o cilindrica.

In merito alla preparazione, al riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la conservazione ed il trasporto dei provini, si veda la UNI EN 12390-2. Per il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, il loro esame, la loro preparazione per le prove di resistenza a compressione, si veda invece la UNI EN 12504-1.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera. La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione è la UNI EN 12390-3

#### Modalità esecutive

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

L'apparecchiatura da utilizzare per la prova di compressione dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma UNI EN 12390-4.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

Riportato il provino in posizione di contrasto col piatto superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati, ed in merito si provvederà a trascrivere anche il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento).

I residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### **7.6.2.2 Resistenza meccanica - Rottura a flessione**

##### **Definizione**

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a trazione per flessione su provini prismatici di conglomerato cementizio indurito con carico concentrato al centro del provino.

La norma di riferimento da seguire per la prova di flessione è la UNI EN 12390-5.

##### **Modalità esecutive**

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.

Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### **7.6.2.3 Resistenza meccanica - Rottura a trazione indiretta (prova brasiliana)**

##### **Definizione**

La prova ha lo scopo di determinare il valore della resistenza a trazione su provini di conglomerato cementizio indurito cubici e/o provini cilindrici.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione indiretta è la UNI EN 12390-6.

##### **Modalità esecutive**

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

La forza di compressione sarà applicata lungo un segmento: per provini cubici il segmento viene compresso secondo le mezzerie di due facce parallele tramite due rulli di diametro pari allo spigolo del provino; per provini cilindrici la condizione viene realizzata collocandoli con l'asse orizzontale parallelo ai piatti della pressa e quindi comprimendoli secondo due opposte generatrici ad una velocità di prova che deve essere comunque pari a 50 N/cm<sup>2</sup>sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### 7.6.2.4 Misura fisica - Prova di abbassamento al cono (slump test)

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misurazione dell'abbassamento al cono. Il calcestruzzo fresco è compattato in uno stampo a forma di tronco di cono. Lo stampo è sfilato verso l'alto e l'abbassamento del campione fornisce una misura della consistenza del calcestruzzo.

La norma di riferimento da seguire per la prova di abbassamento al cono è la UNI EN 12350-2.

##### Modalità esecutive

La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare:

- uno stampo per formare il campione che dovrà essere di metallo non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e con spessore di almeno 1,5 mm. Il suo interno deve essere liscio ed esente da sporgenze quali chiodature ed ammaccature. Lo stampo deve avere forma di tronco di cono cavo con le seguenti dimensioni interne con tolleranza di  $\pm 2$  mm:
  - diametro della base inferiore pari a 200 mm;
  - diametro della base superiore pari a 100 mm;
  - altezza pari a 300 mm.

Le basi inferiore e superiore dello stampo devono essere aperte, parallele fra di loro e ad angolo retto con l'asse del cono. Per poter tenere fermo lo stampo, questo deve essere munito di due maniglie nella parte superiore e di ganci di fissaggio alla piastra di base oppure di staffe sulle quali appoggiare i piedi. Lo sblocco degli eventuali ganci di fissaggio deve avvenire senza che si determini alcun movimento dello stampo stesso o alcuna interferenza con il calcestruzzo che si sta abbassando;

- una barra di costipazione, a sezione circolare, dritta, in acciaio, avente diametro di  $(16 \pm 1)$  mm, lunghezza di  $(600 \pm 5)$  mm ed estremità arrotondate;
- un imbuto (opzionale), di materiale non assorbente non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e corredato da un collare per consentire di collocare l'imbuto sullo stampo;
- un'asta, graduata da 0 mm a 300 mm, a intervalli non maggiori di 5 mm, con il punto zero ad una delle estremità;
- una piastra/superficie di base, piastra o altra superficie su cui collocare lo stampo, non assorbente, rigida e piana;
- una sessola.

Si presterà particolare attenzione alla procedura di riempimento del cono, avendo cura di farlo con stratificazioni successive e ben assestate con la barra di costipazione, in modo uniforme e coerentemente alle indicazioni di tempistica dettate dalla norma di riferimento.

La prova si intenderà valida solo se si ottiene un abbassamento vero, ottenendo cioè un calcestruzzo che rimane sostanzialmente intatto e simmetrico nei limiti dell'abbassamento consentito, non cedendo o scorrendo per taglio. In quest'ultimo caso deve essere utilizzato un altro campione e ripetere la prova.

Gli esiti e i relativi valori di abbassamento andranno annotati e registrati per ciascun provino.

#### 7.6.2.5 Misura fisica - Massa volumica del CLS fresco

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare sia in laboratorio che in cantiere la massa volumica del calcestruzzo fresco compattato.

La norma di riferimento da seguire per la prova di massa volumica è la UNI EN 12350-6.

##### Modalità esecutive

La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare un contenitore a tenuta stagna con sufficiente resistenza a flessione (ad esempio apparecchio per misura dei pori d'aria) con una superficie interna liscia e un bordo liscio. Il bordo e il fondo devono essere paralleli.

La dimensione minore del contenitore deve essere pari come minimo a quattro volte la dimensione nominale massima dell'inerte grossolano del calcestruzzo, ma non deve essere comunque inferiore a 150 mm. Il volume deve essere come minimo pari a 5 litri.

Si determinerà il peso del contenitore ( $m_1$ ) con una bilancia (precisione 0,10 %). Si verserà quindi il campione di calcestruzzo nel contenitore per poi costiparlo secondo le prescrizioni, si raserà il calcestruzzo traboccante con una riga, con un movimento a sega e si peserà il contenitore pieno ( $m_2$ ) con la stessa bilancia di precisione.

### Riferimenti per il calcolo

Il calcolo della massa volumica è effettuato in base alla seguente formula:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

dove:

D = massa volumica del calcestruzzo fresco, in  $\text{kgm}^3$ ;

$m_1$  = massa del contenitore, in  $\text{kgm}^3$ ;

$m_2$  = massa del contenitore più la massa del campione di calcestruzzo nel contenitore, in kg;

V = volume del contenitore, in  $\text{m}^3$ .

### Art. 7.6.3

#### Laterizi per muratura e per solai

##### Materiali

Gli elementi da utilizzare per costruzioni in muratura portante debbono essere tali da evitare rotture. A tal fine gli elementi debbono possedere i requisiti indicati nel D.M. 17 gennaio 2018 con le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti disposti parallelamente al piano del muro continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante ( $f_{bk}$ ), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete ( $f_{bk}$ ), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

##### Prove di accettazione

Oltre a quanto previsto alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, la Direzione dei Lavori è tenuta 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 norme armonizzate della serie UNI EN 771.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

##### Elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni riportate al punto 11.10.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale) con caratteristiche di cui al punto 11.10. del D.M. 17 gennaio 2018.

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\phi$  ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ .

I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione  $\phi = 100 F/A$  dove:

- F è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
- A è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura  $\phi$  coincide con la percentuale in volume dei vuoti come definita dalla norma UNI EN 772-9.

La Tab. 4.5.Ia riporta la classificazione per gli elementi in laterizio.

**Tabella 4.5.Ia - Classificazione elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura $\varphi$	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15 \%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15 \% < \varphi \leq 45 \%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45 \% < \varphi \leq 55 \%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

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 della armatura la cui area non superi 70 cm<sup>2</sup>.

Non sono soggetti a limitazione i fori degli elementi in laterizio destinati ad essere riempiti di calcestruzzo o malta.

### 7.6.3.1 Resistenza a compressione in direzione dei fori

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a compressione degli elementi in laterizio per muratura.

La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione in direzione dei fori é la UNI EN 772-1.

#### Modalità esecutive

Determinate le dimensioni del provino conformemente a quanto espresso dalla UNI EN 772-16, prima di procedere alla prova di resistenza si rimuoverà l'eventuale materiale superfluo aderente alla superficie del provino, si eseguirà la verifica della misura delle 3 dimensioni, controllando che per ognuna di esse la differenza tra il valore più grande e quello più piccolo misurate, rientri nei valori di tolleranza definiti dalla norma UNI EN 771-1.

Verificata la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, si procederà al condizionamento del provino per essiccazione all'aria, riportandone indicazione sull'apposita scheda, secondo uno dei due metodi previsti dalla norma UNI EN 772-1:

- a) conservando il provino in laboratorio per almeno 14 giorni in ambiente con temperatura  $T \geq 15^\circ\text{C}$  ed umidità relativa  $\leq 65\%$ ;
- b) essiccando il provino alla temperatura di  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$  per almeno 24 h e lasciandolo raffreddare a temperatura ambiente per almeno 4 ore.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore in modo tale che il carico sia applicato in direzione dei fori e nel baricentro della sezione resistente del provino.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di compressione, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec (a tal fine per la velocità si può far riferimento, in alternativa, al prospetto 2 della norma ai fini della scelta della velocità che consenta di raggiungere il carico massimo entro 1 minuto circa).

A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

### 7.6.3.2 Resistenza a compressione trasversale ai fori

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a compressione degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione in direzione trasversale ai fori é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1.

#### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle



tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si verificherà la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, ed eventualmente si procederà ad effettuare una rettifica o spianatura delle facce. Verificato il parallelismo delle facce che entreranno a contatto con i piatti della pressa di prova non sia maggiore di 1°, si preparerà il provino da sottoporre a prova, formandolo con due laterizi associati sui lati da una malta di gesso di spianatura dello spessore massimo di 2cm.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore in modo tale che il carico sia applicato in direzione ortogonale ai fori e nel baricentro della sezione resistente del provino.

Si assicurerà altresì che tra i piatti della pressa e le superfici del provino siano interposti dei fogli di cartone dello spessore di 2 mm o, in alternativa, un foglio di piombo dello spessore di 1 mm.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di compressione, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec. A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

### 7.6.3.3 Determinazione della percentuale di foratura

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la percentuale di foratura degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione della percentuale di foratura è la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1 come tipo 3 (blocchi di laterizio destinati a solai realizzati con travetti preconfezionati) ed il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 2 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

#### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si procederà al taglio del provino, con l'utilizzo di una mola taglia-forati, perpendicolarmente al senso di trafilatura in modo da realizzare una superficie dei setti piana e regolare. Se presenti, le imperfezioni (dovute al disco) della superficie tagliata di elimineranno tramite l'utilizzo di carta abrasiva e immergerà il provino in acqua per qualche minuto al fine di diminuire la capacità di assorbimento.

Si procederà quindi a tamponare i setti con inchiostro e si eseguirà un calco accurato della sezione avendo cura che l'inchiostro non debordi dai setti, misurando con il planimetro l'area totale del provino ( $A_{T,i}$  – area delimitata dal contorno esterno del provino) e l'area interessata dei fori ( $A_{F,i}$  – somma delle aree di tutti i fori del provino).

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### Riferimenti per il calcolo

La percentuale di foratura, per ogni elemento, è calcolata con la seguente formula:

$$P_{F,i} = \frac{A_{F,i}}{A_{T,i}} \times 100$$

in cui:

$P_{F,i}$  = percentuale di foratura, in %;

$A_{T,i}$  = area totale del provino, in mm<sup>2</sup> (ossia quella delimitata dal contorno esterno del provino);

$A_{F,i}$  = area interessata dei fori, in mm<sup>2</sup> (ossia la somma delle aree di tutti i fori del provino).

La percentuale di foratura del campione di prova, PF è dato dalla media dei valori dei singoli provini.

### 7.6.3.4 Prova di punzonamento

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a punzonamento degli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di punzonamento é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1 come tipo 3 (blocchi di laterizio destinati a solai realizzati con travetti preconfezionati) ed il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 10 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

#### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra 15÷27°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà alla determinazione delle dimensioni del provino verificando che sia conforme alle tolleranze previste dalla norma UNI 9730-2.

Si verificherà la planarità delle facce del provino sulle quali sarà applicato il carico, ed eventualmente si procederà ad effettuare una rettifica o spianatura delle facce. Verificato il parallelismo delle facce che entreranno a contatto con i piatti della pressa di prova non sia maggiore di 1°, si preparerà il provino da sottoporre a prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina di prova, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi laterali tondi da 20 mm di diametro e interponendo tra il piatto superiore ed il provino un punzone di legno duro di forma cubica, con lato di 50 mm.

Si accederà al software di prova, si caricherà il profilo di riferimento per la prova di punzonamento, si inseriranno i dati richiesti dal profilo e si accerterà che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec. A rottura avvenuta se ne annoterà il valore, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

### 7.6.3.5 Coefficiente di dilatazione lineare

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il coefficiente di dilatazione termica lineare per gli elementi in laterizio per solai.

La norma di riferimento da seguire per la prova di determinazione del coefficiente di dilatazione lineare é la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1; il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 3 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

#### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura pari a 20°C ed una umidità relativa compresa tra 40÷80%, si provvederà a ricavare con taglio opportuno tre listelli o barrette aventi lunghezza pari a 12 cm, altezza pari allo spessore del setto da cui si ricavano i provini e larghezza tale che sia rispettato il limite imposto dalla norma: altezza > larghezza.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni del singolo listello e si collocheranno in stufa alle seguenti condizioni:

- umidità relativa = 25%
- temperatura = 70 °C

Al raggiungimento delle condizioni ambientali imposte in stufa, si estrarranno i listelli e si misureranno nuovamente le dimensioni.

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### Riferimenti per il calcolo

Il coefficiente di dilatazione termica lineare per ciascun listello, sarà dato dal decremento di lunghezza del listello tra la temperatura di 70 e 20°C , rapportato al millimetro e al °C, ossia:

$$\alpha_i = \frac{\Delta L_i}{L_{1,i} \cdot \Delta T_i} = \frac{L_{1,i} - L_{2,i}}{L_{1,i} \cdot (70 - 20)}$$

in cui

$\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica lineare, in mm/mm°C;

$L_{2,i}$  = lunghezza del listello dopo il condizionamento in stufa a  $T=70^{\circ}\text{C}$  e U.R.=25%;

$L_{1,i}$  = lunghezza iniziale del listello, alla temperatura di  $20^{\circ}\text{C}$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del campione di prova  $a$ , sarà calcolato come valore medio dei coefficienti di dilatazione dei singoli listelli estratti dai provini costituenti il campione.

### 7.6.3.6 Prova di dilatazione per umidità

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la dilatazione convenzionale e potenziale degli elementi di laterizio per solai sottoposti all'azione dell'umidità.

La norma di riferimento da seguire per la prova di dilatazione per umidità è la UNI EN 9730-3. Si applica a tutti i prodotti classificati nella UNI 9730-1; il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 4 elementi, come indicato nel prospetto I della UNI 9730-2.

#### Modalità esecutive

Impostato l'ambiente di prova ad una temperatura compresa tra  $15\div 27^{\circ}\text{C}$  ed una umidità relativa compresa tra  $40\div 80\%$ , si provvederà a ricavare con taglio opportuno listelli o barrette aventi lunghezza compresa tra 20 e 25 cm, altezza pari allo spessore del setto da cui si ricavano i provini e larghezza tale che sia rispettato il limite imposto dalla norma: altezza > larghezza.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni del singolo listello e si riporranno per 24 ore in ambiente a temperatura  $T=20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa uguale a 65%. Al termine delle 24 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{1,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra, e ne riporta i valori in mm. Si riporranno le barrette in stufa, incrementando la temperatura di  $50^{\circ}\text{C/h}$  fino a raggiungere i  $600^{\circ}\text{C}$ , e mantenendola per 4 ore.

Si lasceranno raffreddare le barrette, quindi, per 20 ore alla temperatura di  $70^{\circ}\text{C}$ .

Al termine delle 20 ore, si lasceranno per 2 ore in ambiente a temperatura  $T = 20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa = 65%, e al termine delle 2 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{2,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra riportandone i valori in mm.

Si immergeranno quindi le barrette in acqua bollente per 24 ore consecutive, al termine delle quali, si rimuoveranno le barrette dal recipiente e si conserveranno per 24 ore in ambiente a temperatura  $T = 20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa = 65%.

Al termine delle ulteriori 24 ore si eseguiranno due misure delle lunghezze ( $L_{3,i}$ ), a distanza di 3 ore l'una dall'altra, riportandone i valori in mm.

A prova avvenuta si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### Riferimenti per il calcolo

Le variazioni dimensionali saranno espresse in millimetri al metro.

Per ciascuna barretta l'accorciamento dopo la ricottura è definito dalla differenza tra le medie delle 2 misure fatte ad intervalli di 3 ore, rispettivamente prima e dopo la cottura, ossia:

$$\text{accorciamento} = (L_{1,m,i} - L_{2,m,i})$$

Nel caso che la ricottura provochi un allungamento, ossia risulti questo  $(L_{1,m,i} - L_{2,m,i}) < 0$ , questo si pone uguale a zero.

La dilatazione convenzionale all'umidità è definita dalla differenza tra le medie delle misure fatte sulla barretta prima e dopo l'introduzione in acqua bollente, ossia:

$$\text{dilatazione convenzionale} = (L_{2,m,i} - L_{3,m,i})$$

La dilatazione potenziale all'umidità è definita dalla differenza tra la dilatazione convenzionale e l'accorciamento per ricottura, ossia:

$$\text{dilatazione potenziale} = (L_{2,m,i} - L_{3,m,i}) - (L_{1,m,i} - L_{2,m,i})$$

La dilatazione potenziale e quella convenzionale, per il campione di prova, sono ottenute dalla media aritmetica

dei valori ottenuti dalle barrette prelevate dai provini costituenti il campione di prova.

### 7.6.3.7 Prova di assorbimento acqua

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare l'assorbimento di acqua negli elementi di muratura di laterizio.

La norma di riferimento da seguire per la prova di assorbimento acqua é la UNI EN 771-1. Il campione di prova dovrà essere costituito da un numero minimo di 10 elementi, come indicato nell'Appendice C della UNI EN 771-1.

#### Modalità esecutive

Determinate le dimensioni del provino conformemente a quanto espresso dalla UNI EN 772-16, prima di procedere alla prova di resistenza si rimuoverà l'eventuale materiale superfluo aderente alla superficie del provino.

I provini costituenti il campione di prova saranno riposti in stufa e si faranno essiccare alla temperatura di 105°C, fino al raggiungimento della massa costante per gli stessi. A tal fine si considera il raggiungimento della massa costante se, durante il processo di essiccazione in pesature successive con un intervallo non minore di 24 h, la perdita in massa fra i due accertamenti risulta minore dello 0,2% della massa totale.

Si procederà quindi alla pesa dei provini e alla registrazione della massa secca di ognuno.

Si collocherà quindi ogni provino nella vasca di acqua a temperatura ambiente e si assicurerà che l'acqua sia a contatto con tutte le facce dell'elemento adagiando gli elementi su piccoli supporti distanziatori e si lasceranno sommersi per 24 h.

Prelevati gli elementi dalla vasca e asciugata dalla superficie l'acqua in eccesso con un panno o una spugna, si peseranno i provini e si registrerà la massa umida di ognuno.

A prova conclusa si annoteranno tutti i valori rilevati, la data di prova ed i residui saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale restando a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

#### Riferimenti per il calcolo

L'assorbimento di acqua per ciascuno provino sarà calcolato con la seguente formula:

$$w_{m,i} = \frac{m_{w,i} - m_{d,i}}{m_{d,i}} \cdot 100$$

in cui:

$m_{w,i}$  = massa umida del provino, in kg;

$m_{d,i}$  = massa secca del provino, in kg.

L'assorbimento di acqua  $w_m$  del campione di prova, sarà calcolato come valore medio dei valori ottenuti per i singoli provini.

### Art. 7.6.4 Acciai

Gli acciai per cemento armato sono classificati in due diverse tipologie:

- Acciaio per cemento armato di tipo B450C;
- Acciaio per cemento armato di tipo B450A.

#### Acciaio per cemento armato di tipo B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{t\text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$ .

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ )	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ )	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento ( $f_t / f_y$ ) <sub>k</sub>	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ( $f_y / f_{y \text{ nom}}$ ) <sub>k</sub>	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\phi < 12 \text{ mm}$ per $12 \leq \phi < 16 \text{ mm}$ per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$ per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	4 $\phi$ 5 $\phi$ 8 $\phi$ 10 $\phi$	

### Acciaio per cemento armato di tipo B450A

L'acciaio per cemento armato B450A è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$ .

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ )	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ )	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento ( $f_t / f_y$ ) <sub>k</sub>	$\geq 1,05$	10.0

Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ( $f_y / f_{y, nom}$ ) <sub>k</sub>	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche per $\phi < 10 \text{ mm}$	4 $\phi$	

#### 7.6.4.1 Prove di trazione - su spezzoni da cemento armato

##### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento percentuale a rottura su barre di acciaio per conglomerati cementizi armati.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione è la UNI EN ISO 6892-1.

##### Modalità esecutive

Rilevato e annotato il marchio presente sulla barra indicante il produttore, (vedi elenco messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - [www.cslp.it](http://www.cslp.it)), la barra della lunghezza di almeno 1.05 metri, verrà pesata e sezionata in lunghezze idonee alle prove.

La barra sarà misurata con la precisione del millimetro; con l'impiego della tranciatrice verrà tagliata una provetta di circa 60 cm. La parte restante sarà utilizzata per la prova di piega.

La barretta verrà tacchettata per tutta la sua lunghezza ogni cm.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta tra le ganasce adatte.

Durante la fase elastica, che si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento, si rileverà il valore immediatamente prima della ripresa di incremento, individuando quindi lo Snervamento totale.

Durante la fase plastica, si aumenterà il carico di forza fino alla rottura della barretta. Il valore massimo letto alla macchina, corrisponderà al valore di rottura totale.

L'allungamento invece verrà determinato misurando la lunghezza a fine prova di un numero di segmenti, includenti al centro la sezione di rottura, pari a 5 volte il diametro della barra che verrà messo in relazione con la lunghezza iniziale. La differenza, divisa per  $L_0$ , e rapportata a 100 rappresenterà il valore di allungamento percentuale a rottura.

Verrà infine recuperato il grafico del diagramma carichi-cedimenti e su di esso si annoterà: il n° di pratica, il n° del provino, il diametro del provino, la scala utilizzata dalla macchina, la data di prova e la firma.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

#### 7.6.4.2 Prove meccaniche - resistenza al distacco del nodo per reti e tralicci elettrosaldati

##### Definizione

Scopo della prova è la determinazione della forza di taglio della saldatura su provette metalliche di reti e tralicci elettrosaldati, con fili lisci o nervati, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per reti e tralicci con acciai B450A e diametro compreso fra 6 e 16 mm per reti e tralicci con acciai B450C.

La norma di riferimento da seguire per la prova è la UNI EN ISO 15630-2.

##### Modalità esecutive

Da una rete, di dimensioni di almeno 1.05 m x 1.05 m, si ricaveranno tre fili di rete di lunghezza 1.05 mt cadauno e da ognuno dei fili si ricavano n. 3 provette destinate a: prova di trazione, prova di piega e di distacco al nodo.

##### *Prova di Distacco al nodo*

Accertato che la provetta contenga almeno un nodo elettrosaldato e che allo stesso sia legato il filo nella

direzione ortogonale e lungo 2 cm + 2 cm, si fisserà la parte libera del provino alle ganasce superiori della macchina ed il nodo alla parte inferiore tramite un apposito giunto di bloccaggio.

Si eseguirà quindi la prova in fase elastica, che si esaurirà con il raggiungimento del valore massimo quando si registrerà il distacco dal nodo.

### Riferimenti per il calcolo

Il diametro della barra equipesante è  $D = \sqrt{\frac{P}{L} \times 0.162}$  [espresso in mm]

la sezione reagente  $S = D^2 \times 0.79539$  [mm<sup>2</sup>]

$\frac{P}{L}$  è il peso a metro lineare "P/ml", dove:

P = peso della barra espresso in grammi; L = la lunghezza della barra espressa in metri.

La forza di distacco al nodo va confrontata con il Valore di riferimento =  $0.12 \times S$  [KN]

### 7.6.4.3 Prove meccaniche - piegamento e raddrizzamento

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il comportamento dei materiali metallici, attraverso la piega di una provetta rettilinea a sezione piena, circolare o poligonale, ad una deformazione plastica. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non superiore 12 mm si effettua solo la prova di piega fino a raggiungere una forma ad U.

Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non inferiore a 14 mm si effettua prima la prova di piega fino 90° e poi il raddrizzamento fino a 20°.

Le norme di riferimento da seguire per la prova di piegamento e raddrizzamento sono la UNI EN ISO 7438 e la UNI EN ISO 15630-2.

#### Modalità esecutive

Accertata la conformità della provetta a quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 6892-1, si misurerà con il calibro in più punti lo spessore della barretta registrandone i valori.

I rulli della macchina per la prova di piega verranno fissati alla distanza conforme al diametro della barra da provare e si sottoporrà la provetta ad una piega con angolo noto (90° nel caso di barre per cemento armato); dopodiché si arresterà la macchina e si esaminerà la provetta alla ricerca di cricche.

Nel caso di barre in acciaio per cemento armato, di diametro non inferiore a 14 mm, si procederà al condizionamento per almeno 30' a 100°C e al successivo raffreddamento in aria e si procederà al parziale raddrizzamento della barretta ad un minimo di 20°, quindi si esaminerà la barretta alla ricerca di cricche.

La presenza o meno di cricche, verrà trascritta, riportando la dicitura "favorevole" se la prova è superata senza la presenza di cricche, "non favorevole" in caso contrario.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

### 7.6.4.4 Prove e misure speciali - Resilienza di Charpy a temperatura ambiente ed a freddo

#### Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la fragilità di un acciaio a determinate temperature. Si sottopongono a prova di resilienza provette ricavate da profilati, scatolari, lamiere.

Le norme di riferimento da seguire per la prova di resilienza di Charpy (a temperatura ambiente ed a freddo) sono le UNI EN ISO 148-1, (parte 1 - 2 - 3) e la UNI EN ISO 14556 (per macchine di prova con pendolo strumentato).

#### Modalità esecutive

Accertata la conformità delle provette se ne misureranno con il calibro le dimensioni e se ne registreranno i valori.

Qualora la prova debba essere effettuata a freddo, si conserveranno nella cella frigo le provette da provare a una temperatura di  $-20^{\circ}\text{C}$ ; dopo circa mezz'ora si controllerà la temperatura della cella per verificare che essa sia uguale al valore imposto; in caso affermativo si farà trascorrere un'altra mezz'ora dopodiché si preleveranno le provette dalla cella e con sollecitudine si eseguirà la prova descritta di seguito.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta nell'apposita sede prevista curando che la parte su cui impatterà il maglio sia quella intera e si azzeri la lancetta di misurazione.

Controllato che la prova possa essere svolta nella massima sicurezza, il lavoro svolto dal maglio verrà arrestato elettricamente, si rileverà il valore, espresso in Joule, su cui la lancetta si sarà fermata e si trascriverà.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

#### Art. 7.6.5

#### Compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP)

I sistemi di rinforzo **preformati** sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: modulo elastico e tensione di rottura.

Tali caratteristiche, valutate in regime di trazione uniassiale, devono essere riferite all'unità di superficie complessiva della sezione retta della lamina, ortogonalmente alla direzione delle fibre.

La successiva Tabella 1 riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalle Linee Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche, da calcolarsi come indicato al successivo punto "Prove di qualificazione di tipo meccanico".

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

Ai fini dell'avvio della procedura per il rilascio del CVT (Certificato di Valutazione Tecnica), dove il richiedente è nel seguito denominato "Fabbricante", sono richieste prove iniziali di tipo. Le prove devono essere effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per l'esecuzione di prove su FRP, nel seguito "Laboratorio incaricato".

Le prove devono essere condotte da personale qualificato, con comprovata esperienza nella



caratterizzazione dei materiali compositi, e devono essere eseguite utilizzando attrezzature di prova idonee ed opportunamente tarate.

In relazione alle suddette prove, si ritiene opportuno precisare che la richiesta di prove al Laboratorio deve essere presentata direttamente dal Fabbricante, escludendo che le stesse siano effettuate dall'eventuale produttore originario, quando questo sia diverso dal Fabbricante; è altresì opportuno, infine, precisare che i campioni, da sottoporre a prova, devono essere realizzati dal Fabbricante, in collaborazione con il Laboratorio incaricato, utilizzando materiali provenienti da lotti prodotti in proprio, se il Fabbricante è anche Produttore, ovvero da lotti regolarmente acquistati, quando il Fabbricante si serve di eventuali produttori esterni, come nel seguito specificato.

Le prove devono essere effettuate per tutti i diversi prodotti presenti in catalogo, intendendo, per "diversi prodotti", quelli che appartengano a classi diverse, oppure siano realizzati con un differente accoppiamento di fibre e resina (tipologia, caratteristiche, percentuali in peso o in volume), oppure siano prodotti con un diverso processo produttivo.

Il Fabbricante deve tenere un apposito Registro delle prove, dove, per ogni prodotto, devono essere riportati, per le eventuali elaborazioni statistiche, i dati caratteristici relativi ai campioni esaminati, i valori medi, gli scarti quadratici ed ogni altra informazione significativa, sia relativamente alle prove iniziali di tipo sia ai futuri controlli di fabbricazione.

#### **7.6.5.1 Prove di qualificazione di tipo meccanico**

Per ogni prodotto da sottoporre a prova, il Laboratorio incaricato preleva, presso lo stabilimento del Fabbricante, una serie di 15 campioni, ricavati da 3 diversi lotti (5 per ogni lotto), facendo riferimento a lotti prodotti in proprio, se il Fabbricante è anche Produttore, ovvero regolarmente acquistati, se il Fabbricante si serve di un Produttore esterno.

Si suggerisce che la larghezza dei campioni da sottoporre a prova sia compresa nell'intervallo 25-70 mm; la loro lunghezza può variare nell'intervallo 250-350 mm, al netto delle porzioni necessarie per gli afferraggi. Si suggerisce una velocità di prova – effettuata a controllo di spostamento - variabile nell'intervallo 0,5 ÷ 2,0 mm/min.

Le prove devono essere eseguite in un ambiente caratterizzato da una temperatura di  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , e da una umidità relativa di 40-70 %.

Sui campioni sono determinati, a cura del Laboratorio incaricato, il valore medio del modulo elastico e quello caratteristico della tensione di rottura, entrambi nella direzione delle fibre. Il valore caratteristico è calcolato sottraendo al valore medio della tensione di rottura il doppio della deviazione standard. I suddetti valori devono risultare non inferiori ai corrispondenti valori nominali della classe di appartenenza.

Nel caso in cui il risultato della qualifica non consentisse l'assegnazione del prodotto alla classe richiesta dal Fabbricante, si prelevano altri 5 campioni dallo stesso lotto di produzione che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### **7.6.5.2 Prove cicliche di gelo-disgelo**

Con le stesse modalità di cui alla prova di tipo meccanico, il Laboratorio incaricato preleva una coppia di campioni da ciascuno dei 3 diversi lotti di produzione di cui al punto precedente (totale 6 campioni). Tutti i campioni devono essere relativi ad uno stesso prodotto preformato. Uno dei campioni di ciascuna coppia è sottoposto a cicli di gelo-disgelo mediante la seguente procedura.

Esso è condizionato in una camera umida per una settimana, ad una umidità relativa non inferiore al 90% e ad una temperatura di  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ ; successivamente, è sottoposto a 20 cicli di gelodisgelo. Ciascun ciclo consiste di almeno 4 ore a  $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ , seguite da 12 ore in una camera umida (umidità relativa non inferiore al 90%, temperatura  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Alla fine dei 20 cicli di gelo-disgelo, il campione viene controllato visivamente per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, come erosioni, desquamazioni, fessurazioni e screpolature. Sia il campione assoggettato a cicli di gelo-disgelo, che quello non assoggettato sono quindi sottoposti a prova di trazione, determinando i valori medi del modulo elastico e della tensione di rottura.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale (con ingrandimento 5x) ed inoltre i valori medi del modulo elastico e della tensione di rottura dei campioni assoggettati a cicli di gelo-disgelo risultano non inferiori all'85% dei corrispondenti valori medi dei campioni non condizionati.

Nel caso in cui il risultato della prova di qualificazione dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 campioni da ciascuno dei lotti di produzione che ha dato eventualmente luogo al risultato negativo, da sottoporre a cicli di gelo e disgelo e successiva prova, e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di

perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

### 7.6.5.3 Prove di invecchiamento artificiale

Con le modalità già descritte alla prova di tipo meccanico, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori 9 coppie di campioni (3 coppie per ciascun lotto di produzione, totale 18 campioni); di questi, 3 campioni sono utilizzati per la prova di resistenza all'umidità, 3 campioni per la prova di resistenza agli ambienti salini e 3 campioni per la prova di resistenza agli ambienti alcalini.

I 9 campioni invecchiati artificialmente, come indicato in Tabella 2, sono controllati visivamente (con ingrandimento 5x) per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, quali erosioni, desquamazioni, fessurazioni o screpolature.

Il Fabbrikante può scegliere una durata dell'invecchiamento di 1000 ore oppure di 3000 ore.

Sia i campioni invecchiati artificialmente che quelli non invecchiati sono quindi sottoposti a prova di trazione nella direzione delle fibre.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico dei campioni assoggettati ad invecchiamento artificiale risultano non inferiori all'85% dei corrispondenti valori medi dei campioni non invecchiati, per il caso di durata dell'invecchiamento di 1000 ore, ovvero all'80% nel caso di durata dell'invecchiamento di 3000 ore.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 campioni da ciascuno dei lotti di produzione che ha dato eventualmente luogo al risultato negativo, da sottoporre a cicli di invecchiamento e successiva prova, e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

Tipo di prova	Norma di riferimento	Condizioni di prova	Durata della prova (ore)	Percentuale conservata (ore)
Resistenza all'umidità	ASTM D 2247-11 ASTM E 104-02	umidità relativa: non inferiore al 90% temperatura: 38+-2 °C	1000 o	85 o
Resistenza agli ambienti salini	ASTM D 1141-98 ASTM C 581-03	immersione a 23 +-2 °C		
Resistenza agli ambienti alcalini	ASTM D7705/D7705M	immersione in soluzione con pH=9,5; temperatura: 23 +-2 °C	(3000)	(80)

### 7.6.5.4 Prove periodiche di verifica della qualità

Per quanto riguarda le prove di controllo continuo della produzione, con la cadenza stabilita nei piani di controllo interni, devono essere periodicamente prelevati dei campioni di prodotto finito, dal ciclo produttivo ovvero dalle forniture; su questi devono essere eseguite le verifiche finalizzate al controllo delle principali proprietà geometriche, fisiche e meccaniche. I suddetti controlli possono essere effettuati in laboratori interni o presso qualificati laboratori esterni.

Oltre ai controlli interni continui della produzione di cui sopra, il Laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, a intervalli non superiori a dodici mesi, operando su 6 campioni prelevati da due differenti lotti, da produzione o da forniture, in ragione di 3 campioni per lotto; sui predetti campioni il Laboratorio incaricato esegue e certifica le prove di trazione per la determinazione della tensione di rottura e del modulo elastico nella direzione delle fibre, secondo le modalità già illustrate nei paragrafi delle prove di tipo meccanico per i preformati e per i sistemi impregnati.

Qualora i valori minimi del modulo elastico e della tensione di rottura risultassero inferiori ai corrispondenti valori nominali, il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al STC; in tal caso i lotti da cui sono stati prelevati i campioni non potranno essere commercializzati. Il Fabbrikante dovrà ovviare alle cause che hanno

dato luogo al risultato insoddisfacente sulla specifica linea di produzione e quindi ripetere le prove. Ad esito positivo delle prove il Fabbricante dovrà comunicare al STC i dettagli degli interventi effettuati per la rimozione delle cause e i risultati delle prove.

I risultati di dette prove, siano essi positivi o negativi, devono essere riportati nel Registro di controllo della produzione dello specifico prodotto.

I certificati delle prove periodiche devono contenere almeno i seguenti dati:

- identificazione univoca del certificato (laboratorio, numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- indicazione del Fabbricante, del tipo di prodotto e dei campioni da provare utilizzando il sistema di identificazione – tracciabilità adottato dal Fabbricante, tipo di provvedimenti adottati dal Fabbricante in caso di precedenti insuccessi;
- data del prelievo dei campioni;
- luogo e data di effettuazione delle prove;
- dimensioni nominali ed effettive del campione;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- valori delle grandezze misurate.

I certificati devono essere firmati dal Direttore del Laboratorio.

### **Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui alla presente Linea Guida si applicano anche a Fabbricanti esteri che intendano commercializzare ed impiegare in Italia i propri sistemi di rinforzo.

Nel caso in cui tali Fabbricanti siano provvisti di un'analoga qualificazione rilasciata dalle rispettive Autorità estere competenti, il Fabbricante può inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, trasmettendo contestualmente la competente documentazione relativa ai prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio. Tale equivalenza, previa valutazione positiva del STC, è sancita con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentita la competente Sezione.

Devono comunque essere eseguiti i controlli di accettazione in cantiere disposti dal Direttore dei Lavori.

E' consentito al Fabbricante impiegare, nella produzione del sistema FRP, un componente proveniente dall'estero a condizione che tale componente sia preventivamente qualificato secondo la normativa applicabile e sotto la sua esclusiva responsabilità.

## CAPITOLO 8 – ADEGUAMENTO PER LA PREVENZIONE INCENDI

### 8.1 Generalità

Le opere per la protezione incendi sono finalizzate ad annullare o almeno ridurre le conseguenze di un incendio in un'attività.

Tali impianti sono progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dai fabbricanti.

La protezione dall'incendio può intendersi "passiva" o "attiva".

Quella "passiva" non richiede l'intervento di un uomo o di un impianto ma consiste in:

- barriere antincendio (es. muri e porte tagliafuoco, isolamento dell'edificio, distanze di sicurezza esterne ed interne etc.)
- materiali classificati per la reazione al fuoco
- sistemi di ventilazione
- vie d'uscita adeguate.

Quella "attiva" invece richiede l'intervento dell'uomo o di un impianto. Alcuni esempi sono:

- la rete idrica antincendi
- gli estintori
- gli impianti di rilevazione e spegnimento automatici
- l'evacuatori di fumi e calore
- i dispositivi di segnalazione ed allarme

Le opere di prevenzione incendi includono quindi mezzi di rivelazione, segnalazione o allarme, evacuazione di fumo e calore, controllo o estinzione, atti a garantire l'effettiva tenuta, in caso d'incendio, delle strutture o materiali interessati.

A seconda del tipo, gli impianti di estinzione incendi si suddividono in:

- fissi (es. reti antincendio a pioggia, idranti, ecc.)
- mobili o portatili (es. estintori portatili e carrellati)

A seconda del tipo di estinguento inoltre, i sistemi di estinzione possono essere classificati come di seguito:

- sistemi a gas (inerti, alogenati, anidride carbonica, ecc.)
- sistemi a polvere chimica
- sistemi a schiuma
- sistemi a acqua nebulizzata (Water Mist)
- sistemi a pioggia o diluvio

L'attrezzatura e/o i materiali utilizzati per costituzione degli impianti antincendio, in tutti i suoi componenti, devono essere conformi alle norme UNI EN di riferimento e dotati della marcatura CE.

A completamento dell'impianto antincendio dovranno essere previste tutte le opere e/o installazioni necessarie a garantire la rispondenza con la normativa vigente per gli edifici da servire, in funzione delle specifiche attività che si dovranno accogliere.

Gli interventi relativi alle opere di prevenzione incendio sono di seguito indicati.

### 8.2 Porte tagliafuoco

#### Generalità

Le sigle che definiscono le prestazioni di resistenza al fuoco di elementi costruttivi o strutturali sono riportate nella classificazione delle norme antincendio vigenti ed in particolare della serie UNI EN 13501 come di seguito:

Simbolo	Prestazione	Descrizione
<b>R</b>	Capacità portante	Capacità di un elemento strutturale di portare i carichi presenti in condizioni di incendio normalizzato, per un certo periodo di tempo
<b>E</b>	Tenuta	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio di fumi e gas caldi per un certo periodo di tempo, in condizioni di incendio normalizzate
<b>I</b>	Isolamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio calore di un incendio normalizzato per un certo periodo di tempo. A seconda dei limiti più o meno severi al trasferimento di calore, il requisito si specializza in I1 o I2. L'assenza di indicazione al pedice sottintende il requisito I2
<b>W</b>	Irraggiamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di limitare, per un certo periodo di tempo, l'irraggiamento termico da parte della superficie non esposta in condizioni di incendio normalizzate.
<b>C</b>	Dispositivo automatico di chiusura	Capacità di chiusura di un varco da parte di un elemento costruttivo in condizioni normalizzate di incendio e di sollecitazione meccanica.
<b>S</b>	Tenuta di fumo	Capacità di un elemento di chiusura di limitare o ridurre il passaggio di gas o fumi freddi in condizioni di prova normalizzate. Il requisito si specializza in: • $S_a$ : se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita a temperatura ambiente; • $S_m$ (o $S_{200}$ ): se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita sia a temperatura ambiente che a 200°C.

Quindi il numero che segue la sigla EI indica il tempo per il quale le condizioni suddette devono essere mantenute (es. "EI 120" significa che le condizioni elencate devono essere mantenute almeno 120 minuti).

Porte e chiusure resistenti al fuoco (comprese quelle che includono parti vetrate e accessori), e rispettivi sistemi di chiusura saranno identificate secondo la seguente classificazione:

Si applica a	Porte e chiusure resistenti al fuoco (comprese quelle che includono parti vetrate e accessori), e rispettivi sistemi di chiusura									
Norme	UNI EN 13501-2; UNI EN 1634-1									
Classificazione:										
E	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EW		20	30		60					
Annotazioni	La classificazione I è completata dall'aggiunta del suffisso «1» o «2» per indicare quale definizione di isolamento è utilizzata. L'aggiunta del simbolo "C" indica che il prodotto soddisfa anche il criterio della "chiusura automatica" (prova di tipo "pass/fail") [1].									
[1] La classificazione "C" può essere completata dai numeri da 0 a 5 secondo le categorie di utilizzazione. Dei dettagli dovranno essere inclusi nelle specifiche tecniche dei prodotti cui si riferiscono.										

Porte a tenuta di fumo saranno identificate secondo la seguente classificazione:

Si applica a	Porte a tenuta di fumo
Norme	UNI EN 13501-2; UNI EN 1634-3
Classificazione: S200 o S <sub>a</sub> a secondo delle condizioni di prova	
Annotazioni	L'aggiunta del simbolo "C" indica che il prodotto soddisfa anche il criterio della "chiusura automatica" (prova di tipo "pass/fail") [1].
[1] La classificazione "C" può essere completata dai numeri da 0 a 5 secondo le categorie di utilizzazione. Dei dettagli dovranno essere inclusi nelle specifiche tecniche dei prodotti cui si riferiscono.	

## Requisiti e caratteristiche tecniche

Le porte tagliafuoco da installare dovranno:

- dividere ambienti contigui ed impedire il passaggio del fuoco e di gas surriscaldati dall'ambiente a rischio all'ambiente attiguo,
- impedire il propagarsi dell'incendio anche per irraggiamento di calore, ossia possedere sufficienti capacità di isolamento termico;
- consentire, anche durante l'incendio, la fuga delle persone rimaste nell'ambiente dove si è sviluppato l'incendio: devono aprirsi sempre facilmente nel verso voluto,
- dopo l'apertura richiudersi automaticamente da qualsiasi posizione, quindi anche dalla posizione di apertura totale a 180°,
- essere montate avendo prestabilito una "direzione di fuga", dall'ambiente a rischio verso l'esterno o verso ambienti a rischio inferiore.

Particolare attenzione si presterà alla conformità dei seguenti dettagli:

*le cerniere* (si ricorda che le porte devono "funzionare" anche durante l'incendio), *i maniglioni antipanico* che assicurano l'apertura a semplice spinta, quindi la fuga dal locale nel quale si è sviluppato l'incendio, i meccanismi di *chiusura automatica (chiudiporta)* della porta quando cessa la pressione delle persone in uscita, allo scopo di impedire la fuoriuscita di fumo e fiamme. E' utile ricordare che i chiudiporta automatici andranno montati dalla parte esterna rispetto alla direzione di fuga. Per assicurare una buona tenuta al fumo le porte tagliafuoco dovranno essere corredate da *guarnizioni tumescenti*, che si gonfino col calore, ma non fondano, non brucino e non producano esse stesse fumi nocivi.

## Porte a vetro

Le porte possono essere corredate da vetrate che devono possedere lo stesso tempo di tenuta al fuoco prescritto per l'infilso. Solitamente i vetri di questo tipo sono costituiti da lastre multistrato incollate con resine speciali che, sotto l'azione del fuoco si gonfiano divenendo dei buoni isolanti termici, ma non bruciano e non sprigionano gas nocivi. La finestratura dovrà essere classificata secondo norma UNI EN 1634-1.

Le porte EI devono essere certificate, devono quindi essere sottoposte, per gruppi dimensionali, a speciali prove di laboratorio, oltre ad essere marcate CE e conformi alle norme UNI di riferimento.

Di seguito si riportano alcune tipologie.

## Elenco dei componenti

**Porta tagliafuoco EI 60**, conforme alla norma UNI EN 1634-1 e alle disposizioni ministeriali vigenti, ad un battente oppure a due battenti con o senza battuta inferiore, costituita da:

- Anta in lamiera d'acciaio, con rinforzo interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, isolamento nella zona della serratura con elementi in silicati ad alta densità;
- Telaio in robusto profilato di lamiera d'acciaio spessore mm, con guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature e secondo richiesta della Direzione dei Lavori, guarnizione per la tenuta ai fumi freddi;
- 2 cerniere di grandi dimensioni su ogni anta a norma DIN di cui una completa di molla registrabile per regolazione autochiusura;
- Serratura di tipo specifico antincendio a norma di sicurezza completa di cilindro tipo Patent e numero 2

chiavi;

- Maniglia tubolare ad U, con anima in acciaio e rivestimento in materiale isolante, completa di placche di rivestimento;
- Per porta a due battenti guarnizione termoespansiva su battuta verticale e catenaccioli incassati (per porta senza maniglioni antipanico) su anta semifissa;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente.

A un battente di altezza nominale fino a 2200 mm:  
dimensione nominale (foro muro) larghezza fino a    mm

A due battenti di altezza nominale fino a 2200 mm:  
dimensione nominale (foro muro) larghezza    mm

**Porta tagliafuoco EI 120**, conforme alla norma UNI EN 1634-1 e alle disposizioni ministeriali vigenti, ad un battente oppure a due battenti con o senza battuta inferiore, costituita da:

- Anta in lamiera d'acciaio, con rinforzo interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, isolamento nella zona della serratura con elementi in silicati ad alta densità;
- Telaio in robusto profilato di lamiera d'acciaio spessore    mm, con guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature e, secondo richiesta della Direzione dei Lavori, guarnizione per la tenuta ai fumi freddi;
- 2 cerniere di grandi dimensioni su ogni anta a norma DIN di cui una completa di molla registrabile per regolazione autochiusura;
- Serratura di tipo specifico antincendio a norma di sicurezza completa di cilindro tipo Patent e numero 2 chiavi;
- Maniglia tubolare ad U, con anima in acciaio e rivestimento in materiale isolante, completa di placche di rivestimento;
- Per porta a due battenti guarnizione termoespansiva su battuta verticale e catenaccioli incassati (per porta senza maniglioni antipanico) su anta semifissa;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente.

**Portone antincendio EI 120 o EI 180** scorrevole orizzontale ad un'anta, conforme alla norma UNI EN 1634-1 e alle disposizioni ministeriali vigenti, spessore mm.    costituito da:

- Anta composta da telaio perimetrale in acciaio pressopiegato ed elettrosaldato con rinforzo perimetrale interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, completo di guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature;
- Guida portante superiore in lamiera d'acciaio con carrelli regolabili, con ruota dotata di cuscinetti e con labirinto di tenuta al fuoco, carter copriguida, rullo di guida a pavimento incassato sotto l'anta, montante e scatola guida contrappesi, maniglia incorporata per la chiusura manuale incassata o esterna;
- Sistema automatico di chiusura a mezzo sgancio termosensibile a doppia piastrina metallica saldata con materiale fusibile a 70 ° C non riutilizzabile;
- Regolatore di velocità (obbligatorio oltre i 12 mq o per L > 3100 mm.);
- Ammortizzatori idraulici di fine corsa tarabili in relazione alla spinta dell'anta sul montante della battuta;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente e con allegata certificazione di omologazione.

**Portello antincendio EI 120 o EI 180** costituito da un'anta scorrevole verticale su guide a contrappeso, conforme alla norma UNI EN 1634-1 e alle disposizioni ministeriali vigenti, spessore mm. costituito da:

- Anta composta da telaio perimetrale in acciaio presso piegato ed elettrosaldato con rinforzo perimetrale interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, completo di guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature;
- Telaio oltre luce in lamiera di acciaio scatolato con labirinto di tenuta alla fiamma, completo di guarnizione termo espandente, sistema automatico di chiusura a mezzo sgancio termosensibile tarato a 70 °C non riutilizzabile, munito, per dimensioni oltre i 3 mq. di ammortizzatori idraulici di fine corsa tarabili in relazione alla spinta dell'anta sul montante della battuta;
- Maniglie ad incasso su ambo i lati sul filo inferiore del pannello;
- Regolatore di velocità (obbligatorio oltre i 12 mq o per L > 3100 mm.);
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente e con allegata certificazione di omologazione.

**Maniglione antipanico** costituito da scatole di comando con rivestimento di copertura in alluminio e barra orizzontale in acciaio cromato con serratura specifica incassata senza aste in vista del tipo:

- a scrocco centrale con maniglia tubolare in anima di acciaio e rivestita in isolante completa di placche e cilindro tipo Yale per apertura esterna;
- destinato esclusivamente ad ante secondarie di porte a due battenti con asta verticale integrata nel battente senza funzionamento dall'esterno.

**Chiudiporta non collegati** a centraline o impianti centralizzati di controllo per la rivelazione fumo saranno del tipo:

- aereo a cremagliera con binario di scorrimento, regolazione frontale della velocità di chiusura, urto di chiusura regolabile sul braccio;
- dispositivo (per porte a due battenti) costituito da due chiudiporta e da binario con la regolazione della sequenza di chiusura.

**Chiudiporta da collegare** a centraline o impianti centralizzati di controllo per la rivelazione fumo saranno del tipo:

- aereo a cremagliera con binario di scorrimento, regolazione frontale della velocità di chiusura, regolazione frontale della pressione di apertura, regolazione frontale dell'urto di chiusura finale, con bloccaggio elettromagnetico a tensione di esercizio di 24V;
- dispositivo (per porte a due battenti) costituito da due chiudiporta e da binario con la regolazione della sequenza di chiusura.

**La centralina monozona** dovrà essere completa di sensore ottico di fumo e sensore termico funzionante autonomamente con alimentatore proprio integrato.

Nel caso di impianto centralizzato si dovrà predisporre, in conformità con il progetto dell'impianto stesso, la quantità richiesta di sensori termici ed ottici da collegare ad un'unità centrale di controllo adeguata per la gestione dell'impianto stesso e che dovrà essere installata in locale protetto.

Classe di resistenza EI 60 (spessore indicativo mm 21)

dimensioni 400 x 300 mm

dimensioni 600 x 400 mm

dimensioni 600 x 750 mm

dimensioni 400 x 1200 mm

diametro 400 mm

Classe di resistenza EI 120 (spessore indicativo mm 50)

dimensioni 400 x 300 mm



dimensioni 600 x 400 mm  
dimensioni 600 x 750 mm  
dimensioni 400 x 1200 mm  
diametro 400 mm

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente, alle relative norme UNI e dotati di marcatura CE.

### **Art. 8.3 Sistemi di rivelazione incendi**

Per rivelazione di incendio si intende il processo in base al quale l'evento incendio viene portato a conoscenza di qualcuno o qualcosa che può intervenire sull'incendio avviando un'azione di controllo.

L'impianto dovrà essere realizzato a norma della UNI 9795 ed a norma della regola tecnica di prevenzione incendi di riferimento per l'attività servita (\$MANUAL\$); i componenti dell'impianto dovranno essere idonei ai luoghi dove verranno installati e controllati conformemente alle indicazioni della norma UNI 11224.

I rivelatori previsti dovranno essere costruiti in accordo alle norme UNI EN 54 e certificati da Ente notificato a livello europeo.

L'impianto deve consentire l'azionamento automatico dei dispositivi di allarme posti nell'attività entro:

- a) un primo intervallo di tempo dall'emissione della segnalazione di allarme proveniente da 2 o più rivelatori o dall'azionamento di un qualsiasi pulsante manuale di segnalazione d'incendio;
- b) un secondo intervallo di tempo dall'emissione di una segnalazione di allarme proveniente da un qualsiasi rivelatore, qualora la segnalazione presso la centrale di controllo e segnalazione non sia tacitata dal personale preposto.

I predetti intervalli di tempo saranno definiti in considerazione della tipologia dell'attività e dei rischi in essa esistenti, nonché di quanto previsto nel piano di emergenza.

Ai fini dell'organizzazione della sicurezza, l'impianto di rivelazione dovrà consentire l'attivazione automatica delle seguenti azioni:

- chiusura di eventuali porte tagliafuoco, normalmente mantenute aperte, appartenenti al compartimento antincendio da cui è pervenuta la segnalazione, tramite l'attivazione degli appositi dispositivi di chiusura;
- disattivazione elettrica degli eventuali impianti di ventilazione e/o condizionamento;
- attivazione di eventuali sistemi antincendio automatici (estinzione, evacuazione fumi, etc.);
- chiusura di eventuali serrande tagliafuoco poste nelle canalizzazioni degli impianti di ventilazione e/o condizionamento riferite al compartimento da cui proviene la segnalazione;
- eventuale trasmissione a distanza delle segnalazioni di allarme in posti predeterminati nel piano di emergenza.

Il sistema automatico fisso sarà composto da una serie di dispositivi essenziali schematizzabili come di seguito:

- **il Rivelatore d'incendio:** il componente fondamentale del sistema contenente sensori, costantemente o ad intervalli frequenti, monitorizzanti i fenomeni fisici e/o chimici associati all'incendio e che fornisce le corrispondenti segnalazioni alla centrale di controllo. La segnalazione di allarme proveniente da uno qualsiasi dei rivelatori dovrà determinare una segnalazione ottica ed acustica di allarme incendio nella centrale di controllo e segnalazione, ubicata in ambiente presidiato;
- **la Centrale di controllo e segnalazione:** costituita da un dispositivo, che avrà alimentazione primaria da rete pubblica e alimentazione di riserva da batteria, oltre a permettere il funzionamento di vari componenti, svolgerà le seguenti funzioni:
  - riceverà i segnali dai rivelatori ad essa collegati e determinerà se tali segnali corrispondono alla condizione di "allarme incendio". Se esiste la condizione di allarme incendio, sarà indicata con mezzi ottici e acustici. La centrale dovrà poter localizzare la zona di pericolo;

- monitorizzerà il funzionamento corretto del sistema e segnalerà con mezzi ottici e acustici eventuali anomalie, quali corto circuiti, interruzioni, guasti nell'alimentazione;
- inoltrerà il segnale di allarme incendio ai dispositivi di allarme, alla stazione di ricevimento dell'allarme incendio ed a un sistema automatico antincendio (ove previsto e collegato).
- **il Dispositivo di allarme incendio** costituito da un componente utilizzato per segnalare un allarme incendio, con l'ausilio di sirene, segnali luminosi, pannelli ottico-acustici, etc. I dispositivi installati all'esterno della centrale di controllo serviranno per allertare le persone in pericolo e/o gli addetti alla gestione dell'emergenza incendio;
- **il Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio e segnale di guasto** previsto da un'apparecchiatura intermedia che trasmetterà il segnale di allarme dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento dell'allarme stesso. Laddove non è previsto il presidio costante da parte di personale informato sulle procedure di allarme sarà necessario collegare la centrale di controllo con una postazione remota attraverso l'uso di combinatori telefonici multifunzione (es. commutatori telefonici o modem) verso centrali di telesorveglianza o persone in grado di intervenire celermente (es. preposti, Comando dei Vigili del Fuoco, ecc.).
- **Sistema di allarme:** le aree dovranno essere dotate di un sistema di allarme in grado di avvertire le persone presenti delle condizioni di pericolo in caso di incendio allo scopo di dare avvio alle procedure di emergenza nonché alle connesse operazioni di evacuazione. A tal fine dovranno essere previsti dispositivi ottici ed acustici, opportunamente ubicati, in grado di segnalare il pericolo a tutti gli occupanti dell'edificio o delle parti di esso coinvolte dall'incendio. La diffusione degli allarmi sonori dovrà avvenire tramite impianto ad altoparlanti.

Il sistema di rivelazione incendi automatico sarà inoltre costituito da:

### **Punti di segnalazione manuale**

Deve essere prevista l'installazione di segnalatori di allarme incendio del tipo a pulsante manuale opportunamente distribuiti ed ubicati, in ogni caso, in prossimità delle uscite.

Il componente utilizzato per l'avvio manuale dell'allarme dovrà essere conforme alla norma UNI EN 54-11. L'azionamento del punto di segnalazione richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, facente parte della superficie frontale.

### **Note sulla installazione dei pulsanti manuali**

In ciascuna zona dovranno essere installati almeno 2 pulsanti manuali, almeno ogni 40 metri e comunque presso le vie di fuga. I pulsanti dovranno essere installati ad una altezza di circa 1,40 m da terra.

### **Rivelatore di fumo puntiforme statico autoriamabile**

Il rivelatore di fumo puntiforme dovrà essere conforme alla norma UNI EN 54-7, rimovibile, montato su basetta di supporto universale, ed essere in grado di campionare l'atmosfera in modalità continua o a frequenti intervalli. Il principio di rilevazione si baserà sulle dispersioni della luce (effetto Tyndall) anche da parte di particelle di fumo poco riflettenti (particelle di piccole dimensioni e scure), ovvero attraverso i seguenti metodi:

- segnalazione a tre impulsi,
- emissione di luce da parte di diodo ogni tre secondi ed elemento ricevente a fotodiodo al silicio, munito di rete anti-insetto.

Il sistema sarà dotato di schermo antiluce e "camera da fumo" nera, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno. La massima area di rilevazione protetta sarà pari a 120 mq. Il rivelatore sarà posto in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi conformemente alle indicazioni della norma UNI/TR 11694.

### **Note e prescrizioni sulla installazione dei rivelatori di fumo**

Frequentemente eventuali emissioni di fumo o vapori dovuti alle normali lavorazioni possono causare falsi allarmi nei rivelatori ottici di fumo. (es.: cucine, stirerie, fumi di lavorazioni industriali). Pertanto in questi casi

occorrerà installare rivelatori con un diverso principio di rivelazione (termovelocimetrici, ecc.).

La velocità dell'aria deve essere normalmente superiore a 1 m/sec. oppure occasionalmente superiore a 5 m/sec.; non dovranno essere installati in prossimità di aperture di aerazione naturale o in prossimità di bocchette di ventilazione in quanto potrebbero provocare allarmi impropri.

La distanza tra i rivelatori di fumo e le pareti del locale sorvegliato non dovrà essere inferiore a 0,5 metri a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o simili di larghezza minore di 1 metro.

L'altezza massima dei rivelatori di fumo rispetto al pavimento non dovrà essere maggiore di 12 metri.

Nei locali di altezza maggiore adibiti a magazzino con scaffali, potranno essere utilizzati a soffitto, intervallati da rivelatori ad altezze inferiori. Nei locali in cui, per le loro caratteristiche costruttive, il fumo possa stratificarsi ad una distanza più bassa rispetto al soffitto, i rivelatori dovranno essere posti ad altezze alternate su 2 livelli. Tutti i prodotti, materiali, attrezzatura e suoi componenti di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente e dotati della marcatura CE.

### **Rivelatore termico puntiforme**

A norma UNI EN 54-5, il rivelatore termico puntiforme dovrà essere rimovibile, montato su basetta di supporto universale con campionamento dell'atmosfera continuo o a determinati intervalli di tempo con intervento a 70 °C, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno, massima area protetta mq. 70, da porre in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi.

**Il Rivelatore termovelocimetrico ad elevata sensibilità** di reazione e di velocità di aumento della temperatura dei locali, dovrà essere rimovibile, montato su supporto universale, collegato alla centrale di rivelazione mediante coppia, completo del fissaggio e di tutti i collegamenti.

**Il Rivelatore di fumo a ionizzazione**, dovrà essere rimovibile, montato su supporto universale, con possibilità di collegamento in gruppi ed alla centrale di rivelazione mediante una coppia, completo di fissaggi e collegamenti.

### **Note e prescrizioni sulla installazione dei rivelatori termici**

Dovranno essere installati in ambienti dove la temperatura, ed eventuali suoi rapidi innalzamenti dovuti a normali condizioni di esercizio, non sia tale da generare allarmi impropri.

La distanza tra i rivelatori termici e le pareti del locale sorvegliato non dovrà essere inferiore a 0,5 metri, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o simili di larghezza minore di 1 metro.

### **Rivelatore di fiamma puntiforme**

Il rivelatore di fiamma puntiforme a norma UNI EN 54-10 potrà essere rimovibile e dei seguenti tipi:

**Rivelatori puntiformi all'ultravioletto.** Sono basati sulla rivelazione della radiazione ultravioletta emessa da una fiamma devono essere in grado di rivelare entro pochi secondi una fiamma prodotta da un incendio dove si presume possa svilupparsi rapidamente (es. magazzini di prodotti petroliferi, vernici, materiali plastici, alcoli, prodotti infiammabili, etc.). Dotati di speciali sensori UV capaci di rilevare le radiazioni UV emesse da una fiamma, dovrà far scattare un opportuno relè d'uscita per l'invio del segnale di allarme.

**Rivelatori puntiformi all'infrarosso.** Sono basati sulla rivelazione della radiazione infrarossa emessa da una fiamma, devono essere in grado di rivelare entro pochi secondi una fiamma prodotta da un incendio entro il proprio campo visivo. Di utile applicazione in luoghi dove si presume che un incendio possa svilupparsi rapidamente (es. magazzini di prodotti petroliferi, vernici, materiali plastici, alcoli, prodotti infiammabili, etc.), devono essere dotati di filtri ottici previsti per lasciar passare la radiazione infrarossa e bloccare le altre radiazioni luminose, come la luce del sole o quella artificiale.

### **Evacuatori naturali di fumo e calore (E.N.F.C.)**

Gli Evacuatori Naturali di Fumo e Calore (E.N.F.C.) sono generalmente utilizzati in combinazione con impianti di rivelazione e sono basati proprio sullo sfruttamento del movimento verso l'alto delle masse di gas caldi generati dall'incendio che, a mezzo di aperture sulla copertura o a parete, vengono evacuate verso l'esterno.

Gli E.N.F.C. devono essere installati in modo omogeneo nei singoli compartimenti come previsto dalle regole tecniche di progettazione previste della norma UNI 9494-1, e controllati secondo le procedure stabilite dalla

norma UNI 9494-3; inoltre devono essere costruiti conformemente alla norma UNI EN 12101-2.

La funzione che assolvono i sistemi di evacuazione di fumi e calore opportunamente dislocati è quella di indirizzare i fumi caldi originati da un incendio, lontano dalle vie d'uscita permettendo sufficiente visibilità per l'evacuazione in sicurezza delle persone e l'ingresso delle squadre dei Vigili del Fuoco.

Contribuiscono inoltre a ritardare o impedire il fenomeno del flash over (incendio generalizzato) ed a ridurre il pericolo di collasso degli elementi strutturali dell'area dovute all'aumento di temperature.

### Tipologie

Potranno essere realizzati come elementi posti **in copertura** che si apriranno in caso d'incendio per favorire l'uscita dei fumi e gas caldi prodotti durante lo sviluppo di un incendio. Normalmente potranno essere installati con angoli da 0° a 90° (shed). Gli evacuatori da tetto dovranno essere provvisti di paravento o altri sistemi che garantiscano il perfetto funzionamento in presenza di vento da qualunque direzione. Gli eventuali deflettori dovranno creare una depressione alla bocca dell'estrattore deviando la direzione del vento e favorendo l'uscita dei gas di combustione.

Ulteriore tipologia potrà essere quella **da parete**. La necessità di installare in verticale gli evacuatori può nascere, ad esempio, dall'impossibilità di intervenire sulla copertura o dall'ottimizzazione di aperture presenti.

### Caratteristiche

Ogni E.N.F.C. deve avere il proprio comando di apertura con fonte autonoma di energia e scatto termico prefissato. La fonte autonoma di energia può essere una cartuccia di CO<sup>2</sup>. Si può anche realizzare l'impianto collegando i gruppi con linea pneumatica o con linea elettrica. In entrambi i casi la linea dovrà resistere al fuoco e aprire tutti gli E.N.F.C. della sezione sotto l'incendio. L'energia autonoma, nel caso di collegamento pneumatico, è data da una bombola di CO<sup>2</sup> (biossido di carbonio). Nel caso di circuito elettrico dovrà dotarsi di una centralina remota in grado d'inviare un segnale di 24 V e aprire tutti gli E.N.F.C. collegati. Lo stesso vale per ogni gruppo di E.N.F.C. che copre un compartimento o una parte di compartimento. Questo comando remoto è il più importante perché fornisce la ventilazione antincendio, l'evacuazione dei fumi e dei gas caldi dalla zona sotto incendio.

Un fattore determinante per il buon funzionamento di un Sistema di Evacuazione Naturale di Fumi e Calore (S.E.N.F.C.) è il raggiungimento dell'equilibrio ed il mantenimento sotto il *piano neutro* della zona libera da fumi in modo da consentire l'evacuazione delle persone e l'intervento delle squadre di emergenza. Tale equilibrio si crea grazie a l'aria in ingresso oltre che alla quantità di fumo/calore in uscita: sono dunque fondamentali la posizione e il dimensionamento di superfici di immissione al piede lasciate libere da ostruzioni. Le griglie di areazione dovranno aprirsi contemporaneamente agli evacuatori e garantire il funzionamento anche in assenza di energia elettrica.

Un corretto dimensionamento dell'evacuatore sarà stabilito principalmente sulla base dello spessore dello strato di fumo che si può raccogliere nella parte alta del soffitto.

Gli evacuatori di fumo e calore dovranno essere ripartiti il più uniformemente possibile all'interno dell'area da proteggere. Nel calcolo del numero di evacuatori da installare è preferibile sempre adottare un numero maggiore di apparati di dimensione più contenuta piuttosto che il contrario.

I sistemi E.N.F.C. possono essere ricondotti a tre principali categorie, sulla base del loro sistema di apertura:

- il tipo ad un battente con parte mobile trasparente a "cupolino" oppure opaca;
- il tipo a due battenti più o meno inclinati, incernierati alla base del telaio;
- il tipo a "persiana" composto da lamelle mosse da un'unica asta.

In ogni caso, i dispositivi indicati in progetto o dalla Direzione lavori, dovranno garantire l'apertura manuale e/o meccanizzata in un tempo non superiore a 60 secondi.

Ogni E.N.F.C. dovrà essere, come richiesto dalla UNI EN 12101, corredato di una targhetta che riporti i seguenti dati tecnici:

- Denominazione della ditta produttrice;
- Marchio CE;
- Codici di certificazione e Normativa di riferimento;
- Dimensione geometrica dell'apertura espressa in cm.;
- Data di produzione;
- Numero di serie univoco;
- (Superficie Utile Apertura) espressa in mq.;
- Dispositivo termosensibile espresso in °C;

- Azione del Vento - (Pa);
- (Carico Neve) - (Pa);
- (Bassa Temperatura Ambiente) espressa in °C;
- (Numero Cicli);
- (Resistenza al Calore) espressa in °C;
- Classe di reazione al fuoco del materiale di copertura.

### **Evacuatori forzati di fumo e calore (E.F.F.C.)**

Gli Evacuatori forzati di Fumo e Calore (E.F.F.C.) sono generalmente utilizzati in combinazione con impianti di rivelazione e associati ad un estrattore di fumo motorizzato in grado di imprimere ai fumi e gas caldi una spinta addizionale atta a garantire la formazione di uno strato libero da fumo.

Gli E.F.F.C. devono essere installati in modo omogeneo nei singoli compartimenti come previsto dalle regole tecniche di progettazione previste della norma UNI 9494-2, e controllati secondo le procedure stabilite dalla norma UNI 9494-3; inoltre devono essere costruiti conformemente alla norma UNI EN 12101-3.

La funzione che assolvono i sistemi di evacuazione di fumi e calore opportunamente dislocati è quella di indirizzare i fumi caldi originati da un incendio, lontano dalle vie d'uscita permettendo sufficiente visibilità per l'evacuazione in sicurezza delle persone e l'ingresso delle squadre dei Vigili del Fuoco.

Contribuiscono inoltre a ritardare o impedire il fenomeno del flash over (incendio generalizzato) ed a ridurre il pericolo di collasso degli elementi strutturali dell'area dovute all'aumento di temperature.

### **Caratteristiche e tipologie**

*Ventilatori Elicoidali* - Il flusso verrà generato dalla rotazione di un girante ad elica, con numero di pale variabile da 3 in su, che aspira i fumi da una bocca di aspirazione e li accelera in direzione opposta. Sono caratterizzati da portate volumetriche elevate, ma possono lavorare correttamente solo con cadute di pressione contenute; sono quindi più indicati per sistemi con canalizzazioni non molto complesse.

*Ventilatori centrifughi* - Il flusso verrà generato per accelerazione centrifuga dei gas aspirati, ottenuta con una girante provvista di pale disposte in senso radiale. Il flusso così ottenuto viene raccolto e convogliato tangenzialmente alla girante da un condotto di forma opportuna. Il flusso in entrata e quello in uscita risultano sfalsati di 90°. Le portate volumetriche sviluppate sono inferiori, a parità di diametro, a quelle dei ventilatori assiali, tuttavia possono essere utilizzati con sistemi di condotte ad elevata caduta di pressione, caratterizzati da rilevante grado di complessità.

*Ventilatori a parete* - Il ventilatore verrà installato nella parte alta della parete e spingerà i gas all'esterno in direzione orizzontale. La direzione di uscita può essere modificata utilizzando canalizzazioni di uscita opportunamente conformate.

*Torrini di estrazione* - Nel caso dei torrini il ventilatore è posizionato sulla copertura dell'edificio, prelevando i gas dall'ambiente in direzione verticale, con o senza il concorso di canalizzazioni di convogliamento, e li scarica all'esterno. Lo scarico in atmosfera può avvenire in direzione verticale o orizzontale.

*Ventilatori ad impulso* - Nel caso di ventilatori ad impulso, il ventilatore è posizionato all'interno del locale, in posizione alta, e spinge i fumi, sempre all'interno del locale, in direzione di ventilatori volumetrici (di tipo assiale o centrifugo) che a loro volta li espellono all'esterno.

Gli stessi ventilatori possono far parte di un sistema di ventilazione forzato, deputato anche a funzioni di miglioramento del confort e/o controllo dell'umidità.

L'evacuatore forzato di fumo e calore sarà composto da: collare di appoggio in cui sarà ricavato il boccaglio di aspirazione in lamiera di acciaio zincato (torrini), predisposto per il montaggio su basamento; rete di protezione esterna antivoltale in filo di acciaio protetto contro gli agenti atmosferici; girante centrifuga a pale ad alto rendimento, realizzata in lamiera di acciaio zincato; motore elettrico asincrono trifase, grado di protezione IP \$MANUAL\$, isolamento classe \$MANUAL\$, isolato dal flusso dell'aria convogliata e raffreddato dall'aria esterna, direttamente accoppiato alla girante. Tensione di alimentazione 400V – 50Hz; cappello di protezione realizzato in lamiera di acciaio zincato.

Gli evacuatori di fumo e calore dovranno essere ripartiti il più uniformemente possibile all'interno dell'area da proteggere. Nel calcolo del numero di evacuatori da installare è preferibile sempre adottare un numero maggiore di apparati di dimensione più contenuta piuttosto che il contrario.

I sistemi E.F.C. possono essere ricondotti a tre principali categorie, sulla base del loro sistema di apertura:

- il tipo ad un battente con parte mobile trasparente a "cupolino" oppure opaca;
- il tipo a due battenti più o meno inclinati, incernierati alla base del telaio;
- il tipo a "persiana" composto da lamelle mosse da un'unica asta.

I dispositivi scelti dovranno garantire l'apertura in un tempo non superiore a 60 secondi.

Ogni E.F.C. dovrà essere, come richiesto dalla UNI EN 12101, corredato di una targhetta che riporti i seguenti dati tecnici:

- Denominazione della ditta produttrice;
- Marchio CE;
- Codici di certificazione e Normativa di riferimento;
- Dimensione geometrica dell'apertura espressa in cm.;
- Data di produzione;
- Numero di serie univoco;
- (Superficie Utile Apertura) espressa in mq.;
- Dispositivo termosensibile espresso in °C;
- Azione del Vento - (Pa);
- (Carico Neve) - (Pa);
- (Bassa Temperatura Ambiente) espressa in °C;
- (Numero Cicli);
- (Resistenza al Calore) espressa in °C;
- Classe di reazione al fuoco del materiale di copertura.

## **Segnalatori di allarme**

In funzione delle specifiche esigenze legate all'attività e alle indicazioni della D.L. si possono prevedere:

- la segnalazione nascosta, senza percezione in ambiente;
- la segnalazione con percezione in ambiente;
- la segnalazione generalizzata per attivazione di procedure di emergenza e/o evacuazione.

La segnalazione di allarme può essere infatti di tipo riservato o nascosto in tutti quei casi in cui si vuole intervenire con una verifica diretta della condizione di pericolo prima di attivare la segnalazione generale stessa. Tale scelta è frequente in ambienti con presenza di pubblico dove l'effetto panico può essere determinante per la sicurezza delle persone.

La segnalazione data da avvisatori acustici locali accoppiati a segnalatori luminosi deve essere collegata alla centrale antincendio mediante cavi resistenti alla fiamma ovvero con cavi incassati in elementi di muratura in modo che ne costituisca naturale protezione.

## **Caratteristiche Meccaniche**

Segnalatore ottico: corpo in profilato di alluminio o PVC;

Pannello frontale inclinato o bombato per una migliore visibilità;

Scritta retroilluminata ed intercambiabile "ALLARME INCENDIO" o "SPEGNIMENTO IN CORSO";

Trasduttore interno di tipo piezoelettrico;

Segnalatore acustico: il pannello ottico di allarme dovrà essere abbinato ad un segnalatore acustico di allarme certificato UNI EN 54-3 e riportare il marchio CE.

## **Segnalatori di allarme - EVAC**

I sistemi di evacuazione EVAC hanno la funzione di segnalare il rischio di incendio affinché gli ambienti in pericolo vengano evacuati tempestivamente. Con lo scopo di diffondere messaggi di allarme relativi alle azioni da svolgere in caso di emergenza, devono guidare verso le uscite coloro che sono presenti nell'edificio tramite messaggi programmati oppure messaggi live.

Il sistema di diffusione sonora sarà composto da:

- Centrale di Diffusione Sonora. L'armadio Rack contiene il controller di rete, la radio, l'amplificatore EVAC, l'amplificatore della musica ed un condizionatore di rete che evita il surriscaldamento degli apparati;
- Microfono;
- Diffusori sonori (altoparlanti). I diffusori acustici possono essere di varie tipologie, a forma di tromba, ad incasso ed a parete.

Oltre a divulgare allarmi di evacuazione il sistema potrà diffondere musica e annunci di servizio.

Le apparecchiature previste devono soddisfare i requisiti imposti da normative europee e italiane (CEI EN 50849, UNI EN 54, UNI ISO 7240-19), relativi all'installazione, al corretto funzionamento e all'efficienza.

Le principali caratteristiche che il sistema dovrà presentare per essere conforme alle prescrizioni della norma CEI EN 50849 (CEI 100-55) sono:

- un sistema di diffusori acustici cablato con cavo resistente al fuoco tipo FTG10(O) M1 CEI 20-45;
- ogni area di diffusione di emergenza deve essere realizzata in ridondanza, posando due linee per ogni zona e alternando i diffusori acustici all'interno dell'ambiente; le linee dovranno essere posate su due passaggi cavi separati;
- i diffusori acustici utilizzati in controsoffitti dovranno essere muniti di calotta di protezione in acciaio antifiamma;
- i microfoni dovranno essere collegati con cavo resistente al fuoco;
- il sistema deve prevedere la diagnosi della linea microfonica e della capsula microfonica;
- il sistema deve prevedere la diagnosi della linea dei diffusori acustici;
- il sistema deve verificare il carico dei diffusori;
- il sistema dovrà essere munito di un amplificatore di potenza di riserva;
- il sistema deve continuamente diagnosticare il funzionamento degli amplificatori di potenza, in caso di anomalie deve inserire automaticamente l'amplificatore di riserva;
- eventuali alimentatori all'interno della struttura rack, che siano vitali per il sistema di diffusione sonora, devono essere ridondanti;
- è necessario garantire l'alimentazione della centrale in caso di interruzione dell'erogazione di corrente sottendendola ad un UPS dedicato in grado di garantire un'autonomia al sistema pari ad almeno 30' (60' in caso di aree commerciali).

È necessario ed obbligatorio che il sistema monitori costantemente il corretto funzionamento di tutte le apparecchiature e per ciascun componente ogni anomalia dovrà essere segnalata dal sistema.

Dovranno pertanto essere sempre segnalate le seguenti anomalie:

- mancanza dell'alimentazione ordinaria;
- mancanza dell'alimentazione di sicurezza;
- intervento di qualsiasi dispositivo di protezione che possa impedire una comunicazione di emergenza;
- guasti che impediscono il funzionamento del sistema, ad esempio ai microfoni, agli amplificatori, al generatore dei segnali di emergenza, al circuito di un altoparlante, ecc.

È necessario che ogni guasto attivi una segnalazione luminosa ed acustica dedicata sulla centrale.

L'utilizzatore finale del sistema e/o il manutentore devono disporre almeno della seguente documentazione:

- schemi di installazione e risultati delle verifiche e delle misure effettuate nel sistema;
- libretto di istruzioni, sul quale siano riportati le date ed i tempi di funzionamento del sistema, i guasti, ecc.;
- istruzioni per la corretta manutenzione del sistema.

Tutti i componenti del sistema devono riportare etichette con le informazioni sulla loro funzione e caratteristiche.

L'impianto di evacuazione vocale dovrà far pervenire, alla zona interessata o a tutto l'edificio, un messaggio di allarme o di evacuazione, in funzione della necessità, in modo certo, sicuro ed intelligibile.

Negli ambienti con una notevole presenza di pubblico si renderà indispensabile prevedere un adeguato sistema di diffusione sonora che, attivato dalla centrale antincendio, sia in grado di gestire le situazioni d'emergenza consentendo un'evacuazione guidata e controllata dello stabile.

## **8.4 Sistemi fissi di estinzione incendi**

### **Generalità**

Gli impianti fissi di estinzione incendi sono costituiti da dispositivi che intervengono automaticamente (ovvero

manualmente) per l'estinzione di un incendio e sono denominati in funzione del tipo di estinguente utilizzato.

- *Gli impianti ad acqua* a norma UNI CEN/TS 14816 sono utilizzati per fuochi di classe A (combustibili solidi) e si dividono a loro volta in sistemi a pioggia o a diluvio.
- *Gli impianti a schiuma* a norma UNI EN 13565 sono invece utilizzati per l'estinzione dei fuochi di classe B (liquidi infiammabili) e l'effetto sull'incendio avviene essenzialmente per soffocamento, in quanto la schiuma tende a disporsi sulla superficie del combustibile, separando quest'ultimo dall'aria.
- *Gli impianti a polvere chimica* a norma UNI EN 12416 sono spesso utilizzati per la protezione antincendio di luoghi a rischio d'incendio di modeste dimensioni. Sono costituiti da apparecchi pressurizzati (del tutto simili ad un estintore), contenenti la polvere chimica, che entra in funzione automaticamente in caso di incendio. Sono idonei per fuochi di classe A, B, C e per quelli da apparecchiature elettriche in tensione.
- *Gli impianti ad anidride carbonica* a norma UNI EN 12094 sono ottimi estinguenti per fuochi di classe A, B e C e per apparecchiature elettriche sotto tensione.

La loro installazione, nei luoghi dove è possibile la presenza di persone, deve essere accompagnata da un opportuno dispositivo automatico di segnalazione acustica e/o ottica che informi con anticipo, le persone che potrebbero trovarsi nel locale di allontanarsi dall'area interessata.

#### 8.4.1 Sistemi automatici a Sprinkler

Lo **sprinkler** (dall'inglese "spruzzatore") è un sistema automatico di estinzione a pioggia.

Un sistema automatico sprinkler è progettato per rilevare la presenza di un incendio ed estinguerlo nello stadio iniziale con acqua, oppure di tenere sotto controllo le fiamme in modo che l'estinzione possa essere completata con altri mezzi.

Il sistema sprinkler deve comprendere, a norma UNI EN 12845, un'alimentazione idrica (o alimentazioni) e uno o più impianti sprinkler: ogni impianto deve comprendere un complesso di valvole principali di controllo dell'impianto e un insieme di tubazioni dotate di sprinkler (erogatori). Gli erogatori sprinkler sono disposti in posizioni specificate, a livello del soffitto, delle pareti e/o dove risulti necessario, secondo le indicazioni del progetto e/o della D.L.

Nel caso di installazioni in edifici a destinazione d'uso residenziale dovranno essere seguite le raccomandazioni per la progettazione, l'installazione, l'alimentazione idrica e la prevenzione del riflusso idrico, la messa in servizio, la manutenzione e il collaudo previste dalla norma UNI EN 16925.

Gli sprinkler dovranno funzionare a temperature predeterminate per scaricare l'acqua sopra le parti interessate dell'area sottostante. La temperatura di funzionamento sarà selezionabile affinché si adatti alle condizioni di temperatura ambiente locali ed in modo che entrino in funzione soltanto gli sprinkler in prossimità dell'incendio, cioè quelli che si riscaldano sufficientemente.

#### Tipologie di impianto

Gli impianti **ad umido** devono essere caricati con acqua in pressione ed installati solamente in ambienti in cui non vi è la possibilità che il gelo danneggi l'installazione e dove la temperatura ambiente non sia maggiore di 95 °C. L'impianto deve essere pressurizzato rispettando i valori di pressione raccomandati dal fornitore della valvola di allarme conforme alla UNI EN 12259-2. A tal fine si prevedranno indicatori di flusso conformi ai requisiti della norma UNI EN 12259-5. Solo negli impianti ad umido possono essere utilizzati sistemi a griglia e ad anello. Parti dell'installazione soggette al rischio di congelamento possono essere protette mediante un liquido antigelo, o tracciamento mediante cavo elettroscaldante, oppure mediante tubazioni a secco sussidiarie o estensioni alternative.

Gli impianti **a secco** devono essere caricati con aria o gas inerte in pressione a valle della valvola di allarme a secco e con acqua in pressione a monte della valvola di allarme a secco.

Deve essere installata un'alimentazione permanente di aria/gas inerte per mantenere in pressione la rete di distribuzione. L'impianto deve essere pressurizzato rispettando i valori di pressione raccomandati dal fornitore della valvola di allarme conforme alla UNI EN 12259-3. Gli impianti a secco devono essere installati solamente dove vi è un possibile rischio di gelo o la temperatura supera i 70 °C, per esempio nei forni di essiccazione.



Gli impianti **a preazione** di tipo A devono essere un normale impianto a secco in cui la stazione di controllo viene attivata mediante un sistema di rilevazione incendio automatico e non mediante il funzionamento degli sprinkler. La pressione dell'aria/gas inerte nell'impianto deve essere monitorata costantemente ed installata almeno una valvola a comando manuale a rapida apertura in una posizione adeguata per permettere alla valvola a preazione di essere attivata in caso di emergenza. In caso di guasto del sistema di rivelazione incendio, l'impianto deve operare come un normale impianto a secco. Gli impianti a preazione di tipo A dovrebbero essere installati solamente in aree in cui si potrebbero verificare degli ingenti danni se ci fosse un'emissione d'acqua accidentale. Gli impianti a preazione di tipo B devono essere un normale impianto a secco in cui la stazione di controllo viene attivata mediante un sistema di rilevazione incendio automatico o mediante il funzionamento degli sprinkler. Indipendentemente dalla risposta dei rivelatori, una caduta di pressione nelle tubazioni causa l'apertura della valvola di allarme. Gli impianti a preazione di tipo B possono essere installati dove viene richiesto un sistema di tubazioni a secco e dove si prevede un rapido propagarsi dell'incendio.

### **Erogatori sprinkler**

Gli erogatori sprinkler sono ugelli con un dispositivo di tenuta termosensibile che si apre per scaricare l'acqua e combattere l'incendio.

Gli erogatori sprinkler automatici devono essere conformi alla norma UNI EN 12259-1 che prevede le seguenti tipologie di erogatori:

#### *A- In relazione al sistema di attivazione:*

- a fusibile: basato sul principio della fusione di una lega eutettica appositamente calibrata per avere una certa temperatura di attivazione definita dalla taratura di progetto correlata all'ambiente da proteggere, al tipo di rischio e di edificio in cui si interverrà;
- a bulbo: basato sul principio della dilatazione di un liquido che in funzione della temperatura raggiunge un volume tale da rompere un bulbo di vetro quarzoide che consente l'apertura dell'erogatore;

#### *B - In relazione alla forma dello scarico d'acqua:*

- sprinkler di tipo convenzionale: che fornisce uno scarico d'acqua in forma sferica;
- sprinkler spray: che fornisce verso il basso uno scarico d'acqua a forma paraboloidale;
- sprinkler a getto piatto di tipo spray: simile ad uno sprinkler del tipo spray, ma con un tipo di scarico acqua con una parte dello scarico diretta sopra il livello del deflettore;
- sprinkler di tipo laterale a parete: che fornisce verso l'esterno uno scarico d'acqua a forma semiparaboloidale;
- sprinkler Large Drop studiato per gli incendi dove si sviluppa una grande quantità di calore ed un'elevata progressione della fiamma. Tale sistema avendo l'orifizio maggiorato (5/8" circa 16 mm) eroga una portata d'acqua maggiore e produce una notevole quantità di gocce di grande dimensione, in grado di penetrare i fumi caldi ascendenti;
- sprinkler ESFR (Early Suppression Fast Response) comporta degli orifizi variabili da 3/4" a 1" (20-25 mm). E' particolarmente adatto, con posizionamento al soffitto degli edifici, per aree di magazzino con stoccaggi superiori ai 10 metri di altezza, senza l'installazione di sprinkler ai livelli intermedi delle scaffalature;
- sprinkler Residential, per infrastrutture abitative, basato principalmente su due criteri: le testine ad attivazione rapida grazie ad elementi sensibili di massa molto limitata che garantiscono una forma e una distribuzione del getto d'acqua in grado di essere diretto il più possibile verso la parte alta dell'ambiente protetto.

#### *C – In relazione alla direzione del getto:*

- sprinkler laterale (sidewall): in cui l'ugello dirige l'acqua in direzione orizzontale;
- sprinkler pendente (pendent): in cui l'ugello dirige l'acqua verso il basso;
- sprinkler verso l'alto (upright): in cui l'ugello dirige l'acqua verso l'alto.

#### *D- In relazione alla posizione di montaggio:*

- sprinkler nascosto: incassato con una piastra di copertura che si apre quando si sviluppa calore;
- sprinkler incassato: in cui tutto o parte dell'elemento termosensibile si trova sopra la superficie del soffitto;

- sprinkler di tipo a soffitto (o a filo): pendente da installare in parte sopra, ma con l'elemento termosensibile sotto la superficie inferiore del soffitto.

Gli erogatori inoltre possono essere caratterizzati da:

- un diametro caratteristico dell'orifizio (es. 10, 15, 20 mm)
- un attacco filettato (es. 3/8", 1/2" 3/4")
- da una temperatura di taratura (es. 68, 74, 93, 141, 343 °C); (ad ogni temperatura corrisponde una codificata colorazione).

#### **Altre caratteristiche degli erogatori:**

Tra le altre caratteristiche ricordiamo i seguenti aspetti:

- il Coefficiente di erogazione K che mette in relazione Portata e Pressione:

$$Q=K \sqrt{P}$$

Q= portata totale (l/min): \$MANUAL\$

K= coefficiente di erogazione: \$MANUAL\$

P= pressione operativa allo sprinkler (bar): \$MANUAL\$

- Coefficiente tempo di risposta [RTI]: \$MANUAL\$
- Marcatura degli sprinkler  
Gli sprinkler devono essere marcati con i seguenti dati:  
a) nominativo e marchio del fornitore;  
b) lettere indicanti il tipo di sprinkler e la posizione di montaggio;  
c) temperatura di esercizio nominale;  
d) anno di fabbricazione.
- Marcatura CE  
La marcatura CE deve comparire sull'imballaggio e/o sui documenti commerciali di accompagnamento.

Il Lay-out della rete di distribuzione delle tubazioni potrà essere organizzato:

- *a pettine*, adatta a locali rettangolari o a tetti con forte pendenza con collettori su entrambi i lati;
- *a spina*, adatta con soffitti a bassa pendenza o piani, bracci di lunghezza standard;
- *ad anello*, adatta per ridurre il diametro dei collettori, bracci di lunghezza standard;
- *a griglia*, adatta per ridurre il diametro sia dei collettori che dei bracci anche di lunghezza elevata.

Per ulteriori dettagli si rimanda al progetto esecutivo dell'impianto e/o alle indicazioni della D.L., il tutto in funzione delle caratteristiche del fabbricato da servire.

#### **8.4.2 Sistemi automatici Water Mist**

Il Water Mist è un sistema di protezione contro l'incendio basato sull'utilizzo dell'acqua in forma frazionata tramite elevata pressione e/o utilizzo di gas atomizzanti.

Con il Water Mist il controllo dell'incendio avviene attraverso i seguenti processi:

- il raffreddamento della fiamma e dei fumi,
- la riduzione localizzata dell'ossigeno disponibile per la combustione, a motivo della formazione di vapore,
- l'attenuazione del flusso di calore radiante, a motivo della presenza di goccioline d'acqua nell'ambiente.

#### **Tipologia**

L'impianto sarà del tipo:

- ad ugelli aperti, con intervento tipicamente a diluvio in aree estese;
- a teste chiuse (o tipo sprinkler), con intervento regolato dalle singole testine dotate di elemento termosensibile.

In funzione della pressione può suddividersi nelle seguenti categorie:

- a bassa pressione (da 5 a 12 bar);
- a media pressione (fino ai 35 bar);
- ad alta pressione (fino ai 150-200 bar).

L'impianto Water Mist da installare dovrà soddisfare i seguenti requisiti qualitativi:

- Capacità di soppressione (riduzione drastica delle dimensioni) dell'incendio;
- Uso di acqua ridotto al minimo;
- Possibilità di soluzione autonoma di alimentazione (senza elettricità) con l'unità a gas inerte – oppure pompe diesel;
- Ridotta dimensione delle tubazioni di distribuzione;
- Scarico di sola acqua pura;
- Assoluta sicurezza per le persone, le apparecchiature e l'ambiente;
- Ridotti costi di gestione e manutenzione;
- Ridotti costi di ricarica;
- Assenza di tenuta del locale (fan door test), caratteristica altrimenti indispensabile per il funzionamento degli impianti a gas inerti.

### Componenti del sistema

A seconda delle indicazioni progettuali e/o della D.L., nonché dell'applicazione necessaria, l'impianto sarà costituito dai seguenti componenti:

- *Ugelli:*
  - del *tipo chiuso*, cioè completi di bulbi di vetro sensibili al calore che vengono selezionati secondo l'applicazione e la temperatura alla quale si devono attivare;
  - del *tipo spray o aperto*, cioè, non dotati di bulbi di vetro sensibili al calore ma interamente realizzati in acciaio inox di alta qualità, ed impiegati per applicazioni specifiche ad elevato rischio incendio, in impianti a diluvio.
- *Valvole:* costruite in ottone o acciaio inossidabile. Potranno essere attivate manualmente oppure automaticamente, mediante segnale elettrico, idraulico, oppure pneumatico.
- *Tubazioni:* costruite in acciaio inox con diametri che variano tra 12 e 60 mm e dalle connessioni eseguite con saldature, o con accoppiamento congiunto rapido.
- *Pompe elettriche o diesel ad alta pressione:* conformi alle specifiche di costruzione e realizzate con materiali idonei capaci di resistere alla corrosione, le pompe saranno connesse ad un sistema di stoccaggio in grado di garantire le portate richieste per un determinato tempo di scarica e saranno inoltre interfacciate elettricamente alle fonti di energia disponibili e ad una fonte elettrica di emergenza (Generatori di emergenza e/o linee preferenziali). Il gruppo di pompaggio sarà dotato di quadro elettrico di controllo e gestione che permetta la visualizzazione di allarmi, anomalie e stato del gruppo.
- *Bombole di gas in pressione:* il sistema può utilizzare batterie di bombole in acciaio contenenti acqua e azoto, pressurizzate. Le bombole saranno dotate di valvola ad apertura rapida, manometro, pressostato per il controllo della pressione della bombola, manichetta di scarica, valvola di non ritorno e cappellotto di protezione. Il dimensionamento della riserva d'acqua sarà determinato dal volume dell'acqua richiesta per l'estinzione.

### 8.4.3 Sistemi automatici a CO<sub>2</sub>

Dei sistemi ad estinguenti gassosi di cui alla UNI EN 15004, fanno parte i sistemi antincendio a biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) concepiti per spegnere velocemente l'incendio in aree non occupate da persone, permettendo il ripristino, in tempi brevi, di tutte le attività ivi residenti. Come tutti gli estinguenti appartenenti alla famiglia dei "Clean Agent" infatti, non dovrà lasciare residui nell'ambiente dopo il suo utilizzo.

Gli impianti di spegnimento a CO<sub>2</sub> potranno essere del tipo:

- **a saturazione totale**, nel caso di incendi in locali chiusi, ove l'aria sarà diluita con anidride carbonica fino a che la concentrazione in atmosfera è tale da non supportare la combustione;
- **ad applicazione locale**, nel caso di fuochi di superficie con sistema di ugelli direzionati sull'area

del materiale in fiamme. Tipicamente utilizzato per applicazioni in cabine di spruzzatura, serbatoi di stoccaggio, e simili;

- **del tipo esteso**, nel caso di incendi relativi ad equipaggiamenti elettronici (es. motori, generatori, convertitori, ecc.) con erogazione di anidride carbonica ad elevata quantità iniziale seguita da una scarica estesa di CO<sub>2</sub> al fine di mantenere inerte l'atmosfera per un periodo di tempo specificato.

Trattandosi di un gas inodore e incolore, non corrosivo, non conduttivo elettricamente, non imbrattante i materiali con i quali viene a contatto, il suo principio estinguente dovrà conseguire i seguenti risultati:

- Ridurre l'ossigeno presente nell'aria; quindi agire per soffocamento non consentendo il processo della combustione;
- Raffreddare intensamente a seguito della rapida esposizione del gas.

Gli impianti di spegnimento a CO<sub>2</sub> possono essere installati nella versione:

- ad alta pressione, con l'agente estinguente stoccato in bombole a pressione fino a 15 Bar;
- a bassa pressione, con l'estinguente stoccato in appositi serbatoi refrigerati, a 5 bar.

#### **Componenti del sistema (UNI 11512)**

La CO<sub>2</sub> potrà essere contenuta in bombole pressurizzate, dalla capacità di 10 litri. La quantità di CO<sub>2</sub> presente in ciascuna d'esse sarà di 10 kg.

Le bombole saranno raggruppate in batterie, staffate a parete o con armadi autoportanti tramite selle di fissaggio, collegate tra di loro attraverso un collettore di scarica direttamente raccordato alla linea di distribuzione del gas nel locale protetto.

Sarà installato inoltre, idoneo sistema di pesatura con lo scopo di verificare in modo continuativo il peso delle bombole di CO<sub>2</sub> conforme alle indicazioni della norma UNI EN 12094-11.

Il gas fuoriuscirà attraverso ugelli erogatori conformi alla UNI EN 12094-7 e appositamente dimensionati come da progetto. L'azionamento potrà avvenire nei seguenti modi:

- elettricamente attraverso la testa operatrice elettrica o solenoide posta sulla bombola pilota;
- manualmente attraverso la leva dell'attuatore manuale posto sulla bombola pilota;
- attraverso comando remoto posto a distanza dalla batteria bombole nel caso l'azionamento della leva del comando manuale posto sulla bombola pilota sia posizionato in una zona non accessibile.

Le linee di distribuzione della CO<sub>2</sub> saranno costituite da tubazioni in acciaio al carbonio zincato a caldo. Le valvole di erogazione installate sulle bombole saranno provate e conformi ai metodi della UNI EN 12094-5.

Potranno essere inoltre richiesti ed installati dispositivi odorizzanti per il rilascio della relativa sostanza durante la scarica dell'agente estinguente CO<sub>2</sub> conforme alle indicazioni della norma UNI EN 12094-16.

#### **8.4.4 Sistemi automatici a schiuma**

L'estinguente a schiuma è utilizzato generalmente in installazioni antincendio industriali ed in particolare per l'estinzione di incendi derivanti da idrocarburi.

Il sistema presuppone l'impiego di una miscela di acqua e schiumogeno concentrato capace di generare, tramite appositi erogatori, una schiuma in grado di galleggiare sulla superficie del combustibile liquido e di estinguere l'incendio per raffreddamento e soppressione dei vapori di idrocarburi. Essendo infatti più leggera della soluzione acquosa da cui deriva e degli stessi liquidi combustibili, la schiuma riesce a galleggiare sulla superficie dei prodotti infiammati formando una coltre continua, impermeabile ai vapori, che separa il combustibile dal comburente.

Le apparecchiature componenti l'impianto devono svolgere la funzione di miscelare l'acqua con lo schiumogeno e successivamente, la miscela, con l'aria in rapporti predeterminati, per l'ottenimento della schiuma, il materiale estinguente che agisce sull'incendio. La prima fase può essere realizzata per aspirazione diretta mediante eiettori, per iniezione diretta mediante pompe, per miscelazione con proporzionatore meccanico automatico o con l'impiego di premescolatori a spostamento di liquido.

In funzione del rapporto di espansione le schiume si suddividono in:

- schiuma bassa espansione: rapporto da 5 a 20
- schiuma media espansione: rapporto da 20 a 200
- schiuma alta espansione: rapporto da 200 a 1000

In funzione delle applicazioni progettuali, del tipo d'incendio e del tipo di combustibile, gli agenti schiumogeni possono essere: proteinici, fluoroproteinici, sintetici, filmanti, polivalenti e le concentrazioni variano generalmente fra il 3% e 6%.

### **Componenti Impianti a schiuma**

I componenti principali di un impianto a schiuma sono rappresentati da:

- un sistema di alimentazione acqua rappresentata da riserva idrica antincendio, stazione di pompaggio e rete di distribuzione acqua antincendio;
- un sistema di stoccaggio schiumogeno rappresentato da recipiente chiuso in grado di ridurre il contatto e l'ossidazione dell'aria ed il conseguente degrado: serbatoi atmosferici dimensionati per una durata di intervento di 30 minuti / 1 ora.
- un sistema di miscelazione che proporzioni lo schiumogeno attraverso una valvola dosatrice (a pressione);
- un sistema di erogazione costituente la parte terminale degli impianti e rappresentati da lance per bassa media ed alta espansione, versatori, monitori e ugelli.

Le apparecchiature a schiuma saranno comprensive di tutta la serie di componenti ed accessori conformi alla UNI EN 13565-1.

### **8.4.5 Mezzi antincendi**

**Attacco per idrante 45 UNI** costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza Safe Crash, contenente all'interno rubinetto idrante filettato 1 1/2" con sbocco a 45° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile a norma UNI EN 14540 di lunghezza mt. \$MANUAL\$, con portata minima 120 litri/minuto alla pressione di bar. L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla norma UNI EN 671-2, dotata della marcatura CE e perfettamente funzionante.

**Attacco per idrante 70 UNI** costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza Safe Crash, contenente all'interno rubinetto idrante filettato 2" con sbocco a 45 ° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile a norma UNI EN 14540 di lunghezza mt. \$MANUAL\$, con portata minima 240 litri/minuto alla pressione di bar. L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla norma UNI EN 671-2, dotata della marcatura CE e perfettamente funzionante.

**Gruppo attacco motopompa** del tipo orizzontale, attacco alimentazione 2" dotato di saracinesca di intercettazione piombata, valvola di ritegno, valvola di sicurezza e attacco per i Vigili del Fuoco, conforme alla norma UNI 10779 compreso il montaggio e le eventuali opere murarie.

**Gruppo attacco motopompa** del tipo orizzontale, attacco alimentazione 2" costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e vetro trasparente, chiusura con chiave, compreso il montaggio e le eventuali opere murarie.

**Idrante di sottosuolo** in ghisa per pressioni d'esercizio fino a 25 bar, dotato di scarico antigelo, con altezza dalla flangia al cappellotto di manovra pari a minimo 450 mm. Manovra tramite cappellotto di forma quadra o pentagonale a norma UNI EN 14339. L'uscita finale sarà a baionetta: 45 - 70 (DN 50 - 70 - 80 - 100) ovvero UNI 45 - 70 (DN 50 - 70 - 80 - 100), secondo le indicazioni della DL.

**Idrante a colonna** in ghisa, conforme alla norma UNI EN 14384 per pressioni d'esercizio fino a 16 bar, altezza minima della colonna da terra mm. 400, attacco assiale o laterale con colonna montante avente dispositivo di rottura prestabilito in caso di urto accidentale della parte esterna della colonna; gruppo valvola realizzato in modo che dopo l'installazione dell'idrante nel terreno sia possibile lo smontaggio dell'idrante stesso per le operazioni di manutenzione e sostituzione degli organi di tenuta; sistema di tenuta della valvola realizzato in modo tale che, in caso di rottura accidentale della colonna esterna (colonna provvista di rottura prestabilita) la valvola rimanga chiusa e/o si richiuda automaticamente evitando fuoriuscite di acqua; con scarico automatico antigelo. Bocche di erogazione filettate secondo norma UNI 810.

Ogni idrante dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- modello;
- diametro nominale;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo.

**Naspo antincendio** conforme alla norma UNI EN 671-1, costituito da una bobina mobile su cui è avvolta una tubazione semirigida di lunghezza mt. \$MANUAL\$, del diametro DN 20 o DN 25 collegata ad un'estremità, in modo permanente, con una rete di alimentazione idrica in pressione e terminante all'altra estremità con una lancia erogatrice munita di valvola regolatrice e di chiusura del getto, da installare in una cassetta incassata nella muratura da porre in opera con inclusione di tutte le opere murarie richieste.

La tubazione dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo DN 20 o DN 25.

Tutti i prodotti, materiali, attrezzatura e i suoi componenti di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente e dotati della marcatura CE.

## 8.5 Sistemi mobili di estinzione incendi

In base al peso, gli estintori portatili si classificano in due tipologie:

- Estintore Portatile conforme alla norma UNI EN 3-7: concepito per essere portato ed utilizzato a mano e che, pronto all'uso, ha una massa minore o uguale a 20 Kg.
- Estintore Carrellato conforme alla norma UNI EN 1866-1: trasportato su ruote, di massa totale maggiore di 20 Kg e contenente estinguento fino a 150 Kg.

## 8.6 Ventilazione e Condotti di estrazione

Ventilatore d'estrazione fumi con motore elettrico comandato da rivelatore di fumi con soglia d'intervento a temperatura superiore a 50 °C, a pale rovesce, versione di scarico fumi orizzontale o verticale, alimentazione monofase, resistenza ai fumi di 400 °C assicurata per 120 metri materiali adatti per montaggio all'aperto, classe di protezione almeno IP44 per le caratteristiche dell'apparecchio e del circuito elettrico senza protezione termica del motore e senza protezione dai sovraccarichi, completo di cassone in lamiera zincata per contenere il tutto, la posa in opera delle varie parti, il loro completo montaggio e funzionamento.

Condotto di estrazione fumi caldi da "filtro a prova di fumo" di sezione adeguata all'altezza di progetto e comunque non inferiore a 0,10 mq., da porre in opera completo in tutte le sue parti.

I condotti di estrazione dovranno essere certificati REI 120 e rispondenti alle norme UNI EN 12101-7, UNI EN 1366-1, UNI EN 1366-8, UNI EN 1366-9, UNI EN 13501-4, in quanto ai requisiti, ai componenti associati, ai metodi di prova, alla classificazione ed alle prove resistenza al fuoco da soddisfare.

## **8.7 Cartellonistica di sicurezza attrezzature antincendio**

Come previsto da specifica normativa in termini di sicurezza per gli addetti e per il pubblico, tutti i componenti attivi dell'impianto antincendio (Idranti UNI 45, Estintori, Attacco di mandata per mezzi VV.F., ecc.) dovranno essere forniti di idonea cartellonistica di segnalazione visibile con distanze di 30 metri, con pittogramma bianco su fondo rosso.

I cartelli segnaletici dovranno essere alla norma UNI 7543, al D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i., alle direttive CEE e alla normativa tecnica vigente.

## **8.8 Verifiche e prove preliminari dell'impianto**

La verifica e le prove preliminari di cui appresso si devono effettuare durante la esecuzione delle opere ed in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori:

- a) verifica preliminare, intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- b) prova idraulica, se possibile mano a mano che si esegue l'impianto ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alle seguenti lett. c) e d).  
Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti;
- d) prova preliminare di circolazione, di tenuta e di funzionamento di tutti i componenti degli impianti. Dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lett. b), si distingueranno diversi casi, a seconda del tipo di impianto, le specifiche verifiche da eseguire.

## **CAPITOLO 9 – ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI**

### **Art. 9.1 IMPIANTI**

#### **Generalità**

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Appaltatore; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

### **Art. 9.2 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte.

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato e, ove necessario, le caratteristiche e prescrizioni di enti preposti o associazioni di categoria quali UNI, CEI, UNCSAAL ecc.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui agli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

#### **9.2.1 ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

a) Impianti di adduzione dell'acqua potabile.



b) Impianti di adduzione di acqua non potabile.

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

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

- a) Fonti di alimentazione.
- b) Reti di distribuzione acqua fredda.
- c) Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182 - UNI EN 806 e la UNI 9511.

a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

- 1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure
- 2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure
- 3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli (I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione) devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;
- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m<sup>3</sup> ed un ricambio di non meno di 15 m<sup>3</sup> giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

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

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
- le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
- nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;

- le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

c) Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre rispettare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari norma UNI 9182 e le disposizioni particolari necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata (d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e D.M. 236/89).

Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8.

Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue.

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.

b) Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182, punti 25 e 27. Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

## 9.2.2 Apparecchi sanitari

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

- durabilità meccanica;
- robustezza meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

2 Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 997 per i vasi, UNI 4543 e UNI EN 80 per gli orinatoi, UNI EN 14688 per i lavabi, UNI EN 14528 per i bidet.

Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543 relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al punto 1.

3 Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8196 per vasi di resina metacrilica; UNI EN 198 per vasche di resina acrilica; UNI EN 14527 per i piatti doccia ad impiego domestico; UNI 8195 per bidet di resina metacrilica.

- 4 Per tutti gli apparecchi e per una loro corretta posa, vanno rispettate le prescrizioni inerenti le dimensioni e le quote di raccordo previste nelle specifiche norme di seguito richiamate:
- per i lavabi, norma UNI EN 31;
  - per i lavabi sospesi, norma UNI EN 32;
  - per i vasi a pavimento a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 33;
  - per i vasi a pavimento a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 37;
  - per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 34;
  - per i vasi sospesi a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 38;
  - per i bidet a pavimento, norma UNI EN 35;
  - per gli orinatoi a parete, norma UNI EN 80;
  - per i lavamani sospesi, norma UNI EN 111;
  - per le vasche da bagno, norma UNI EN 232;
  - per i piatti doccia, norma UNI EN 251, mentre per gli accessori per docce, norme UNI EN 1112 e 1113.

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

### 9.2.3 Rubinetti sanitari

- a) I rubinetti sanitari, rappresentati sugli elaborati grafici di installazione secondo la norma UNI 9511 e considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
  - gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
  - miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale (UNI EN 817);
  - miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.
- b) I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
  - tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
  - conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
  - proporzionalità fra apertura e portata erogata;
  - minima perdita di carico alla massima erogazione;
  - silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
  - facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
  - continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori). La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 per rubinetti a chiusura automatica PN 10 la norma UNI EN 816 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.
- Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).
- c) I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manutenzione, ecc.

Tutte le rubinetterie dovranno essere preventivamente accettate, a giudizio insindacabile, dalla Direzione dei lavori. Tutti gli apparecchi dovranno essere muniti del certificato di origine, da presentare unitamente alla campionatura, attestante le qualità e le caratteristiche tecniche del prodotto.

#### **9.2.4 Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nella norma UNI 4542.

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolazione per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme UNI EN 274; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

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

#### **9.2.5 Tubi di raccordo rigidi e flessibili**

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

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

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alle corrispondenti norme UNI specifiche tra le quali: UNI EN ISO 7686, UNI EN ISO 10147, UNI EN ISO 9852, UNI EN ISO 3501, UNI EN ISO 3503, UNI EN ISO 3458, UNI EN 969, UNI EN ISO 2505, UNI EN ISO 1167, UNI EN ISO 4671, UNI EN ISO 15875-3, UNI EN ISO 22391-3 e UNI EN 15014. Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

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

#### **9.2.6 Rubinetti a passo rapido e flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)**

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

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

#### **9.2.7 Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)**

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

- troppopieno di sezione, tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo tale che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;

- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte, per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento UNI EN ISO 5135.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma UNI EN 997.

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

### **9.2.8 Tubazioni e raccordi**

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

- a) nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.  
I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI EN 10224 e UNI EN 10255.  
I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.
- b) I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN 1057; il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.
- c) I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 1452-2 e UNI EN 12201; entrambi devono essere del tipo PN 10.
- d) I tubi di piombo sono vietati nella distribuzione di acqua.

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

### **9.2.9 Valvolame - valvole di non ritorno - pompe**

- a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI EN 1074.  
Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI EN 12729.  
Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126-1.  
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.
- b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI EN ISO 9906 e UNI EN ISO 9905.

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

### **9.2.10) Apparecchi per produzione di acqua calda**

Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della Legge 1083 del 6 dicembre 1971.

Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della Legge 1° marzo 1968 n. 186, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.

Gli scaldacqua a pompa di calore aria/acqua trovano riferimento nella norma UNI EN 16147.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).

### **9.2.11) Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua**

Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'Articolo sugli impianti.

Per gli apparecchi di sopraelevazione della pressione (autoclavi, idroaccumulatori, surpressori, serbatoi sopraelevati alimentati da pompe) vale quanto indicato nelle norme UNI 9182 - UNI EN 806 varie parti.

### **Art. 9.3**

#### **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Inoltre l'impianto di scarico delle acque usate deve essere conforme alle disposizioni della Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

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

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte designata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato: UNI EN 10224 e UNI EN 10255 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI ISO 5256, UNI EN 10240, UNI 9099, UNI 10416-1 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alla UNI EN 877, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di gres: devono rispondere alla UNI EN 295;
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla UNI EN 588;
- tubi di calcestruzzo armato/non armato devono essere conformi alle norme vigenti;
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
  - tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1329-1;
  - tubi di PVC per condotte interrate: norme UNI applicabili;
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI EN 12666-1;
  - tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1519-1.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
  - b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;

- c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90° C circa;
- e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- g) resistenza agli urti accidentali.
- In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
  - i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
  - l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
  - m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
  - n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, i cui elaborati grafici dovranno rispettare le convenzioni della norma UNI 9511-5, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

- 1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
- 2) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.
- 3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.  
Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
- 4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.  
Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.
- 5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI EN 12056. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:
  - essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
  - essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
  - devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
- 6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
- 7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con

diametro minimo di 100 mm negli altri casi.

La loro posizione deve essere:

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

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

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

- 8) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.
- 9) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
- 10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Impianti trattamento dell'acqua.

#### 1 Legislazione in materia.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nel d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

#### 2 Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico.

Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico da consegnare al recapito finale devono essere conformi a quanto previsto nell'Allegato 5 alla Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

#### 3 Limiti di emissione degli scarichi idrici.

Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

#### 4 Caratteristiche dei componenti.

I componenti tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi:

Le caratteristiche essenziali sono:

- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;



- una ragionevole durabilità.

5 Collocazione degli impianti.

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al precedente punto relativo ai requisiti degli impianti di trattamento.

6 Controlli durante l'esecuzione.

E' compito della Direzione dei Lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.

Collaudi.

Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere. A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercizio sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.

Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.

Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto. Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.

A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque usate opererà come segue.

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale) verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta all'acqua eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

- b) Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei

singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

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

#### **Art. 9.4**

### **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

- 1 Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.  
Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico-artistici.  
Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.  
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
  - converse di convogliamento e canali di gronda;
  - punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
  - tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
  - punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).
- 2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
  - a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
  - b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, definiti nella norma UNI EN 12056-3, oltre a quanto detto al comma a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto detto sopra;
  - c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI EN 10088;
  - d) per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.
- 3 Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma UNI EN 12056-3.
  - a) Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo "*Impianti di scarico acque usate*". I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.
  - b) I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone.  
Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

- c) Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.
- 4 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.
- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.
- b) Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.
- La Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

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

## **Art. 9.5**

### **IMPIANTO ELETTRICO E DI COMUNICAZIONE INTERNA**

#### **9.5.1 Disposizioni generali**

1 Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori. Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

2 Norme e leggi.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla normativa vigente ed in particolare al D.M. 22/01/2008, n. 37. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Si riportano a titolo meramente esemplificativo le seguenti norme:

- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.
- CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.
- CEI 103-1. Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

#### **9.5.2 Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti**

1 Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

- punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Con impianti ausiliari si intendono:

- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.

E' indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare l'azienda fornitrice dello stesso.

2 Criteri di progetto.

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

E' indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

E' opportuno:

- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;
- ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.

Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

3 Criteri di scelta dei componenti.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio le prese a spina rispondenti alle norme CEI EN 50075 e CEI 23-50 e CEI 23-57).

### 9.5.3 Integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio

1 Generalità sulle condizioni di integrazione.

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla CEI 64-50 ove non diversamente specificato.

E' opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze

dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

## **2 Impianto di terra.**

E' indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

## **3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.**

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del D.M. 22/01/2008, n. 37 e delle norme CEI EN 62305-1/4, in base ai criteri di valutazione del rischio stabiliti dalla norma CEI EN 62305-2.

### **Art. 9.6**

## **INFRASTRUTTURAZIONE DIGITALE DEGLI EDIFICI**

### **9.6.1 Descrizione generale**

L'edificio dovrà essere equipaggiato con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete.

Per infrastruttura fisica multiservizio interna all'edificio si intende il complesso delle installazioni presenti all'interno dell'edificio contenenti reti di accesso cablate in fibra ottica con terminazione fissa o senza fili che permettano di fornire l'accesso ai servizi a banda ultralarga e di connettere il punto di accesso dell'edificio con il punto terminale di rete.

Per punto di accesso si intende il punto fisico, situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile alle imprese autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consenta la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per i servizi di accesso in fibra ottica a banda ultralarga.

L'edificio equipaggiato in conformità al presente paragrafo potrà beneficiare dell'etichetta volontaria e non vincolante di *"edificio predisposto alla banda larga"*. Tale etichetta dovrà essere rilasciata da un tecnico abilitato per gli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), del regolamento di cui al decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37, e secondo quanto previsto dalle guide CEI 306-2 e CEI 64-100/1, 2 e 3.

Per la realizzazione dell'infrastruttura digitale descritta e dei relativi spazi installativi, l'appaltatore dovrà attenersi strettamente alle indicazioni progettuali architettoniche ed impiantistiche ove esistenti, ovvero alle prescrizioni formulate per il caso specifico dalla Direzione Lavori e/o dal tecnico abilitato di cui al periodo precedente.

### **Requisiti**

I requisiti fondamentali conformi alla guida CEI 306-2 che l'infrastruttura fisica multiservizio passiva di edificio dovrà avere, sono:

- la semplicità di accesso per gli interventi di installazione/manutenzione/integrazione/modifica del sistema di cablaggio e degli eventuali apparati attivi;
- l'assenza assoluta di condizioni di servitù che ne limitino gli accessi e/o l'utilizzo per le esigenze delle utenze;
- la distinzione ben definita tra il punto di accesso per gli operatori che offrono i servizi di comunicazione elettronica e quello per gli operatori che installano, gestiscono ed eseguono manutenzione dell'impianto di edificio;
- l'adeguata protezione da potenziali manomissioni e/o atti vandalici;
- la duplicità di accesso ("bidirezionalità" dell'infrastruttura) per consentire la fruizione dei servizi

provenienti sia dal sottosuolo, sia via radio (diffusione televisiva terrestre e/o satellite).

Tutti gli interventi sugli edifici dovranno essere eseguiti in modo da:

- non pregiudicare le prestazioni energetiche (isolamento termico e/o acustico) dell'edificio, sia nella zona del tetto predisposta per le antenne, sia nella zona alla base dell'edificio per gli accessi dal suolo pubblico;
- collocare in modo semplice e funzionale gli elementi contenitori e gli apparati d'interfacciamento in modo da minimizzare i tempi di intervento e di manutenzione;
- collocare i componenti che costituiscono le varie parti dell'impianto in modo da garantire ed assicurare un efficace collegamento e minimizzare i rischi di danneggiamento o manomissione sia intenzionale sia accidentale;
- fornire la documentazione a corredo della infrastruttura, che deve essere di facile reperibilità, in modo da permettere al manutentore condominiale o all'operatore di servizi di comunicazione elettronica di poter operare nella più ampia autonomia;
- assicurare il godimento del diritto di antenna, salvaguardando contemporaneamente la tutela paesaggistica ed il decoro degli edifici (evitando il ricorso a soluzioni impiantistiche determinanti tetti affollati da antenne singole e/o parabole sui balconi o facciate degli edifici, ecc.).

### Spazi installativi

Gli spazi installativi necessari (cavidotti, vani, cavedi) dovranno essere realizzati come condizione fondamentale per una corretta ed agevole installazione degli impianti di comunicazione ed affinché la loro realizzazione risulti a regola d'arte e consenta di rispettare caratteristiche specifiche della struttura edile che concorrono a determinare la classe energetica dell'edificio.

Tali spazi installativi avranno lo scopo di alloggiare i cablaggi, le apparecchiature attive o le terminazioni della rete in rame e della rete ottica, necessari per la distribuzione dei segnali (TLC e TV), e devono consentire la protezione degli stessi e la loro connessione. Particolarmente importante è la protezione dei collegamenti in fibra ottica, oltre che la possibilità di accesso ed operatività al CSOE (Centro Servizi Ottico di Edificio).

Per gli edifici a distribuzione verticale, le infrastrutture fisiche per il contenimento del cablaggio dovranno rispecchiare le specifiche tecniche illustrate nella guida CEI 64/100-1 mentre per gli edifici con una distribuzione orizzontale, la topologia delle predisposizioni infrastrutturali sarà differente ed in accordo con quanto previsto dalla guida CEI 64/100-3.

### 9.6.2 Componenti

La predisposizione dell'impianto in fibra ottica sarà costituita almeno dai seguenti elementi:

- Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE): punto di accesso delle reti degli operatori di servizi di comunicazione elettronica ed interfaccia di collegamento con le singole unità immobiliari;
- Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA): quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per realizzare il centro-stella;
- Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), collocata all'interno o nelle immediate vicinanze del Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA);
- Cablaggio in fibra ottica tra il CSOE e le singole unità immobiliari e tra CSOE ed il vano tecnico per il terminale di testa alla sommità dell'edificio.

L'impianto potrà essere all'interno delle parti comuni, nel caso di edifici a distribuzioni verticale o per complessi costituiti da più unità immobiliari unite, ma potrà essere anche all'esterno, nel caso di immobili distribuiti orizzontalmente.

Il cavo in fibra ottica tra il CSOE ed il vano tecnico alla sommità dell'edificio costituirà una predisposizione del collegamento per segnali di antenne televisive, per consentire l'eventuale soluzione distributiva attraverso il CSOE, e/o per eventuali altri servizi. Per servizi condominiali (es. wi-fi di condominio), potrà essere aggiunto un ulteriore cavo ottico di tipologia tale da consentire l'estrazione e la protezione (mediante opportuni accessori) delle fibre necessarie ad ogni piano.

### **Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE)**

Il Centro Servizi Ottico di Edificio è l'apparato passivo che costituisce il punto di attestazione delle fibre ottiche che collegano le unità immobiliari per i vari servizi ed è anche il punto di flessibilità dell'edificio, in cui ogni operatore di servizi può accedere.

Posizionato nel vano tecnico o nello spazio predisposto in prossimità della tratta di adduzione all'edificio delle reti pubbliche di comunicazioni, il CSOE dovrà garantire:

- il collegamento e l'agevole accessibilità, attraverso uno o più pannelli di interconnessione alle fibre ottiche;
- la compatibilità dimensionale con gli spazi installativi previsti;
- il rispetto in ogni sua parte ed accessorio delle norme CEI EN di riferimento.

Il CSOE potrà eventualmente prevedere la presenza di altri moduli o pannelli, per sviluppi dell'impianto in fibra ottica, quali ad esempio:

- moduli di gestione per le fibre provenienti dalla sommità dell'edificio per il collegamento con diramatori ottici utilizzabili per i servizi DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e DVB-S/S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite);
- pannello di interconnessione vuoto, predisposto per futuri sviluppi (impianti video sorveglianza, videocitofoni, impianti domotici, ecc.).

### **Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA)**

Il Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA) è il quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per la realizzazione del centro-stella.

La parte del QDSA necessaria per ospitare gli apparecchi di distribuzione relativi agli impianti di comunicazione dovrà avere dimensioni sufficienti a garantire equivalente funzionalità, anche scomposta in più spazi, coerentemente alla superficie dell'unità immobiliare e alla complessità dell'impianto.

Il quadro distributore dovrà essere posizionato in modo da consentire la realizzazione ottimale dei collegamenti, tenuto conto delle massime distanze di ogni tratta di cablaggio.

### **Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA)**

Il cavo ottico proveniente dal CSOE dovrà essere terminato all'interno di una Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), posta possibilmente all'interno del QDSA o nelle immediate vicinanze.

La STOA dovrà garantire i seguenti requisiti minimi:

- avere dimensioni e struttura di facile accessibilità;
- essere una soluzione scalabile, cioè garantire quando sia necessario l'utilizzo delle altre fibre dedicate alla U.I., o mediante un successivo ampliamento per accogliere altre bussole. In ogni caso dovrà prevedere la raccolta delle fibre non terminate e delle possibili giunzioni;
- garantire la raccolta delle fibre non terminate e l'eventuale contenimento delle giunzioni (opportunamente protette da coprigiunti) fra le fibre ottiche e le semibretelle connettorizzate;
- garantire che tutte le parti di gestione e contenimento delle fibre siano conformi alle specifiche indicate nelle norme CEI EN di riferimento.

### **Requisiti del cablaggio ottico**

Indipendentemente dalla tipologia di edificio (a distribuzione verticale od orizzontale), il cablaggio ottico soddisferà le seguenti caratteristiche:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve essere di tipo monomodale a bassa sensibilità alla curvatura, rispondente alla categoria B6\_a della norma CEI EN 60793-2-50;
- le dimensioni dei cavi utilizzati dovranno essere compatibili con gli ingressi degli accessori (CSOE e STOA) e dovranno essere scelte in modo da evitare la saturazione delle tubazioni predisposte;
- i cavi impiegati all'interno degli edifici dovranno essere completamente dielettrici e rispondere alla norma CEI EN 60794-2-20. Per ragioni di sicurezza, tali cavi dovranno avere caratteristiche di non propagazione dell'incendio previste dalle norme CEI EN 60332-3-25 Cat. D (Non propagazione dell'incendio), CEI EN 60332-1-2 (Non propagazione della fiamma), CEI EN 61034-2 (Densità dei fumi) e il materiale costituente le guaine dovrà essere conforme alle norme CEI EN di riferimento;
- i cavi utilizzati negli impianti esterni (edifici a distribuzione orizzontale) dovranno essere in accordo con le norme CEI EN 60794-3, secondo la tipologia e l'ambiente d'installazione scelta. Per la posa in tubazioni sotterranee esterne, potranno essere previste protezioni aggiuntive (es. anti-roditore, non propagazione acqua, ecc.);
- tutti i cavi ottici utilizzati dovranno essere provvisti di marcatura sulla guaina esterna, che riporti le seguenti informazioni:
  - anno di fabbricazione
  - n° di fibre contenute

- tipologia e nome commerciale delle fibre ottiche
- per ragioni di sicurezza e di facile identificazione, è necessario identificare il cavo ottico con una etichetta dove sia riportato il simbolo laser. Tale etichettatura deve essere prevista in ogni punto della rete dove il cavo sia accessibile (es. scatole ai piani, ecc.);
- le fibre del cavo (ed eventualmente i tubetti/moduli in cui potrebbero essere raggruppate) devono rispondere ad un codice colore per facilitarne il riconoscimento.

Qualora sia stata prevista la distribuzione dei segnali DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e/o DVB-S (Digital Video Broadcasting-Satellite) su fibra ottica, saranno installati nel CSOE i diramatori ottici passivi simmetrici, rispondenti alla norma IEC 61753-031-2 e l'impianto completo dovrà essere opportunamente collaudato prima della fornitura del servizio per garantire i livelli del segnale previsti dalle Norme specifiche (Guida CEI 100-7).

Le tipologie di cavo ottico impiegato devono essere considerate in relazione alla possibilità di installazione negli spazi installativi definiti in progetto. La struttura del cavo dovrà garantire che le sollecitazioni di tiro durante la posa non influenzino negativamente le caratteristiche trasmissive e meccaniche delle fibre ottiche (ad esempio tramite adeguato spessore della guaina, opportuni membri di rinforzo, etc...). Dovranno pertanto essere indicate dal costruttore le forze di tiro applicabili al cavo durante la posa e la sua temperatura di esercizio.

Al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo è fondamentale che in fase di predisposizione delle infrastrutture, siano rispettati i raggi di curvatura dei cavi indicate nelle specifiche tecniche di prodotto (ad es. da 5 a 10 volte il diametro del cavo a seconda della dimensione del cavo) e che tali valori siano controllati durante la posa. Inoltre, tutti gli accessori impiegati devono rispettare il raggio di curvatura minimo delle fibre (15 mm), per garantirne l'affidabilità meccanica.

Durante l'installazione dei cavi, dovrà essere prestata attenzione a limitare il fattore di riempimento dei tubi, per agevolare le operazioni di esercizio e manutenzione.

Al fine di garantire il corretto funzionamento dei connettori ottici, si raccomanda di pulire accuratamente le relative superfici terminali, onde evitare che le eventuali impurità possano comprometterne le prestazioni e l'affidabilità nel tempo. In generale, i connettori dovranno trovarsi in un ambiente protetto da agenti atmosferici e da eventuali danneggiamenti meccanici (usando opportunamente contenitori o scatole di terminazione).

## **Art. 9.7**

### **IMPIANTI ANTIEFFRAZIONE ED ANTINTRUSIONE**

#### **9.7.1 Disposizioni Generali**

##### **1 Direzione dei Lavori.**

La Direzione dei Lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.

##### **2 Edifici Demaniali.**

In questi edifici per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla AUSL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

##### **3 Norme e Leggi.**

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 186/68 e s.m.i. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 79-2. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.



- CEI 79-3. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione. (Prescrizioni per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti di allarme intrusione e rapina)
- CEI EN 60839-11-1. Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Parte 11-1: Sistemi elettronici di controllo d'accesso
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.
- CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.
- CEI 103-1. Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

#### 4 Prove sulle apparecchiature

- Antintrusione, antifurto, antieffrazione.

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi della norma vigente, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3 e 79-4.

Per attestare la rispondenza alle sopradette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso. A tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI applicabili; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

### 9.7.2 Caratteristiche tecniche degli impianti

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alla norma CEI 79-3).

#### 1 Installazione.

Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto così come progettato e commissionato.

#### 2 Collaudo.

Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- e) controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare:
  - risposta dell'impianto ad eventi di allarme;

- risposta dell'impianto ad eventi temporali;
- risposta dell'impianto ad interventi manuali.

3 Istruzioni per la manutenzione.

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.