



COMUNE DI ASTI
Settore Lavori Pubblici ed Edilizia Pubblica
Servizio Edifici Pubblici

**ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA,
ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA
DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI" - COMPLETAMENTO**

**AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI VERIFICA PROGETTUALE DA PARTE
DELLA "REGIONE PIEMONTE" DIREZIONE OOPP, DIFESA SUOLO,
MONTAGNA, FORESTE PROTEZIONE CIVILE, TRASPORTI E LOGISTICA
SETT. TECNICO REG. ALESSANDRIA ED ASTI**

CUP: G31F18000730001

PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Data: febbraio 2022

Progettisti:
geometra Luigi Russo

Collaboratori del progettista:
geometra Federico Cavalotto

geometra Simona Breschi

architetto Orazio Farinella

il R.U.P.
geometra Valter Bianco

INDICE

PARTE PRIMA DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI

CAPO 1 NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1.	Oggetto dell'appalto.....	5
Art. 2.	Ammontare dell'appalto e importo del contratto.....	5
Art. 3.	Modalità di stipulazione del contratto.....	5
Art. 4.	Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili.....	6
Art. 5.	Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili.....	7

CAPO 2 DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6.	Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto.....	7
Art. 7.	Disposizioni particolari riguardanti l'appalto.....	7
Art. 8.	Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione.....	8
Art. 9.	Consegna e inizio dei lavori.....	8

CAPO 3 DISPOSIZIONI SUI CRITERI CONTABILI PER LA LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 10.	Valutazione dei lavori a corpo.....	9
Art. 11.	Valutazione degli eventuali lavori a misura.....	9
Art. 12.	Valutazione degli eventuali lavori in economia.....	10

CAPO 4 CAUZIONI E GARANZIE

Art. 13.	Cauzione provvisoria.....	10
Art. 14.	Garanzia definitiva.....	10
Art. 15.	Riduzione delle garanzie.....	11
Art. 16.	Coperture Assicurative a carico dell'impresa.....	11

CAPO 5 DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 17.	Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma.....	12
Art. 18.	Inderogabilità dei termini di esecuzione.....	13
Art. 19.	Variazione dei lavori.....	13
Art. 20.	Varianti per errori od omissioni progettuali.....	14
Art. 21.	Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi.....	14

CAPO 6 DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 22.	Adempimenti preliminari in materia di sicurezza.....	14
Art. 23.	Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere.....	15
Art. 24.	Piano di sicurezza e coordinamento.....	15
Art. 25.	Piano operativo di sicurezza.....	16
Art. 26.	Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza.....	17

CAPO 7 NORME FINALI E DI ESECUZIONE

Art. 27.	Termini per l'inizio e l'ultimazione dei lavori.....	17
Art. 28.	Penali in caso di ritardo.....	17
Art. 29.	Sospensioni, proroghe e riprese dei lavori.....	18
Art. 30.	Oneri a carico dell'affidatario.....	20
Art. 31.	Contabilizzazione dei lavori.....	22

Art. 32.	Invariabilità del corrispettivo.....	23
Art. 33.	Variazioni al progetto e al corrispettivo	23
Art. 34.	Pagamenti in acconto e pagamenti a saldo.....	23
Art. 35.	Ritardo nei pagamenti	26
Art. 36.	Cessione del contratto e cessione dei crediti.....	26
Art. 37.	Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione.....	26
Art. 38.	Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione	26
Art. 39.	Presa in consegna dei lavori ultimati.....	27
Art. 40.	Risoluzione e recesso dal contratto.....	27
Art. 41.	Fallimento dell'affidatario	28
Art. 42.	Controversie	28
Art. 43.	Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza	29
Art. 44.	Subappalto.....	29
Art. 45.	Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione.....	31
Art. 46.	Utilizzo di materiali recuperati o riciclati	32
Art. 47.	Terre e rocce da scavo.....	32

PARTE SECONDA PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 8 DATI GENERALI

Art. 48.	Oggetto degli interventi.....	
Art. 49.	Descrizione sommaria dei lavori.....	

CAPO 9 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 50.	Accettazione.....	
Art. 51.	Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali	
Art. 52.	Impiego di materiali o componenti di minor pregio.....	
Art. 53.	Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo	
Art. 54.	Norme di riferimento e marcatura CE	
Art. 55.	Provvista dei materiali	
Art. 56.	Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	
Art. 57.	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	
Art. 58.	Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati.....	

CAPO 10 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Componenti del calcestruzzo	
Acciaio per cemento armato.....	
Acciaio per strutture metalliche	
Sistemi protettivi contro la corrosione	
Elementi costruttivi prefabbricati	
Pali di fondazione	
Materiali e prodotti a base di legno	
Tessuti per rinforzi FRCC.....	

CAPO 11 MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO ED IMPIANTISTICHE

Gesso ed elementi in gesso	
Calci idrauliche da costruzioni	
Lastre protettive in calcio silicato	
Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne.....	
Manufatti di pietre naturali o ricostruite.....	
Prodotti per pavimentazione e controsoffitti	
Prodotti per rivestimenti interni ed esterni.....	
Vernici, smalti, pitture, ecc.	
Prodotti e componenti per facciate continue	
Prodotti per coperture discontinue (a falda).....	
Impermeabilizzazioni e coperture piane	

Vetri	
Serramenti	
Giunti di dilatazione	
Prodotti per isolamento termico.....	
Prodotti per isolamento e assorbimento acustico.....	
Apparecchi sanitari	
Rubinetteria sanitaria	
Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari	
Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.	
Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali	
Impianti di adduzione del gas.....	
Impianti termici	
Impianti di climatizzazione.....	
Impianti elettrici	
Verifiche dell'impianto elettrico	
Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche. Corpi illuminanti.....	
Ascensori e piattaforme elevatrici.....	
Impianto videocitofonico, antintrusione e controllo accessi	
Unità di trattamento aria.....	
Sistemazioni esterne: pavimentazioni, cancelli, parapetti e corrimano.....	
Pannelli solari termici. Pannelli fotovoltaici.....	

CAPO 12 Materiali e modalità di esecuzione di opere stradali

Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico per la posa in opera delle tubazioni	
Letto di posa per le tubazioni	
Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni	
Rinterro delle tubazioni.....	
Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade.....	
Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base	
Opere d'arte stradali.....	

CAPO 13 Disposizioni particolari

Norme per la misurazione dei lavori	
---	--

TABELLE

Tabella A – Categoria prevalente e categorie scorporabili e subappaltabili dei lavori

Tabella B – Parti di lavorazioni omogenee – categorie contabili ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera

Tabella C – Elementi principali della composizione dei lavori

ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI

- **Nuovo Codice dei Contratti - D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50:** Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- **Decreto correttivo al nuovo Codice appalti** – D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56: Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50;
- **Regolamento Generale - D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207:** Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici;
- **Testo Unico sulla Sicurezza – D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81:** Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- **Capitolato generale d'appalto** (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- **R.U.P.** (Responsabile unico del procedimento) di cui agli articoli 9 e 10 del d.P.R. n. 207 del 2010, e all'articolo 31 del D.Lgs. 50/2016;
- **DURC (Documento unico di regolarità contributiva):** il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266, nonché dagli articoli 6 e 196 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207;
- **Attestazione SOA:** documento che attesta la qualificazione per una o più categorie, nelle pertinenti classifiche, rilasciato da una Società Organismo di Attestazione, in applicazione degli articoli da 60 a 96 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207;

- **Oneri di sicurezza:** gli oneri per l'attuazione del PSC, relativi ai rischi da interferenza e ai rischi particolari del cantiere oggetto di intervento, di cui all'articolo 16, comma 1, lettera a.2), del Regolamento, agli articoli 86, comma 3-ter, 87, comma 4, primo periodo, e all'articolo 26, commi 3, primi quattro periodi, 3-ter e 5, del Decreto n. 81 del 2008.

PARTE PRIMA

DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1. Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione dell'intervento di cui al comma 2.
2. L'intervento è così individuato:
 - a) **denominazione conferita dalla Stazione Appaltante**
SCHEDA 402/20 CUP CUP G31F18000730 ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI" - COMPLETAMENTO
3. 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 presente 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 dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
4. 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.

Art. 2. Ammontare dell'appalto e importo del contratto

1. L'importo dell'appalto posto a base dell'affidamento è definito dalla seguente tabella:

	Importi in euro	A corpo	A misura	A corpo e a misura	Totale (C)
1	Importo esecuzione lavori (L)				417.994,04
2	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza, non soggetti a ribasso (OS)				24.840,08
T	IMPORTO TOTALE APPALTO (1 + 2)				442.834,12

1. Il contratto è stipulato **a corpo** ai sensi dell'articolo 53, comma 4, del D.Lgs. 163/2006 e smi, e degli articoli 43, comma 6, e 119, comma 5, del regolamento generale.
2. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.
3. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si estende e si applica ai prezzi unitari in elenco per la stesura del computo metrico estimativo, utilizzabili esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'articolo 132 del D.Lgs. 163/2006 e smi, e che siano inequivocabilmente estranee ai lavori già previsti, nonché ai lavori in economia.
4. I prezzi unitari di cui al comma 3, utilizzati per la redazione del computo metrico estimativo, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'articolo 132 del D.Lgs. 163/2006 e smi, e che siano estranee ai lavori già previsti nonché ai lavori in economia.

Art. 3. Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato **"a corpo"** ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lett. dddd), del D. Lgs. 50/2016 nonché degli articoli 43, comma 6, e 184, del Regolamento Generale. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alle quantità, fermi restando i limidi di cui all'articolo 149, comma 2), del D. Lgs. 50/2016, e le condizioni previste dal presente Capitolato speciale d'appalto.

2. Ai prezzi dell'elenco prezzi unitari di cui agli articoli 32 e 41 del Regolamento Generale, utilizzabili esclusivamente ai fini di cui al successivo comma 3, si applica il ribasso percentuale offerto dall'appaltatore in sede di gara, con gli stessi criteri di cui all'articolo 2, commi 2 e 3, del Capitolato speciale d'appalto.
3. I prezzi contrattuali di cui al comma 2 sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, se ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 149, del D. Lgs. 50/2016.

Art. 4. Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

1. Ai sensi dell'articolo 61, comma 3, del Regolamento generale DPR 207/2010 e s.m.i. e in conformità all'allegato «A» al predetto Regolamento generale, i lavori sono classificati nella categoria di opere generali di «Edifici civili e industriali» «OG1».
2. La categoria di cui al comma 1 è la categoria prevalente; l'importo della predetta categoria prevalente, al netto dell'importo delle categorie scorporabili di cui al c.3, ammonta a euro 222.607,45 (corrispondente al 53,14% del complessivo dei lavori).
3. Le parti di lavoro appartenenti alla categoria di opere specializzate OS30 – IMPIANTI INTERNI ELETTRICI, con il relativo importo, sono individuate al numero 2 nella tabella «A» ed elencate nella tabella «B» allegate al presente capitolato speciale d'appalto quale parte integrante e sostanziale.
Tali parti di lavoro sono scorporabili e, a scelta dell'impresa aggiudicataria, subappaltabili, alle condizioni di legge, del presente capitolato speciale e/o della lettera di invito.
4. Le parti di lavoro appartenenti alla categoria di opere specializzate OS28 – IMPIANTI TERMICI con il relativo importo, sono individuate al numero 2 nella tabella «A» ed elencate nella tabella «B» allegate al presente capitolato speciale d'appalto quale parte integrante e sostanziale.
Tali parti di lavoro sono scorporabili e, a scelta dell'impresa aggiudicataria, subappaltabili, alle condizioni di legge, del presente capitolato speciale e/o della lettera di invito.

CUP G31F18000730 SCHEDA 402/20 ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI"

TABELLA A		CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI DEI LAVORI (articolo 4 del capitolato speciale d'appalto)			
------------------	--	--	--	--	--

	<i>Lavori di</i>	<i>Categoria ex allegato A del Regolamento Generale</i>		<i>Euro</i>	<i>Incidenza %</i>
1	Edifici civili e industriali	PREVALENTE	OG1	284.982,16	64,35%

Ai sensi dell'articolo 61 del Regolamento Generale e in conformità all'allegato «A» al predetto Regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere di «Edifici civili e industriali» «OG1».

2	Impianti interni elettrici	SCORPORABILE E SUBAPPALTABILE	OS30	50.061,96	11.307%
---	-----------------------------------	-------------------------------------	------	-----------	---------

Le lavorazioni di cui sopra appartengono alla categoria scorporabile «OS30», con il relativo importo. Tali parti di lavori sono scorporabili e, a scelta dell'impresa aggiudicataria subappaltabili, alle condizioni di legge del presente capitolato speciale e/o lettera invito.

3	Impianti termici	SCORPORABILE E SUBAPPALTABILE	OS28	107.790,00	24,34%
---	-------------------------	-------------------------------------	------	------------	--------

Le lavorazioni di cui sopra appartengono alla categoria scorporabile «OS28», con il relativo importo. Tali parti di lavori sono scorporabili e, a scelta dell'impresa aggiudicataria subappaltabili, alle condizioni di legge del presente capitolato speciale e/o lettera invito.

5. Per tutte le opere impiantistiche vige l'obbligo di esecuzione da parte di installatori aventi i requisiti di cui agli articoli 3 e 4 del D.M. (sviluppo economico) 22 gennaio 2008, n.37.
6. La categoria di cui al comma 2 è costituita da lavorazioni omogenee.

Art. 5. Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili

1. Le categorie di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 43, commi 6, 7 e 8 del Regolamento generale, all'articolo 149 del D.Lgs. 50/2016 e all'articolo 19 del presente Capitolato, sono indicati nell'allegata tabella <> quale parte integrante e sostanziale del presente capitolato speciale.
2. Gli importi a corpo indicati nell'allegata tabella <> non sono soggetti a verifica in sede di rendicontazione contabile ai sensi dell'articolo 10.

TABELLA B				
NR	Descrizione categorie di lavoro	Importo categoria	Percentuale	% manodopera
1	LATTONERIE	980,50 €	0,22%	86,18%
2	PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	67.911,42 €	15,34%	43,82%
3	SERRAMENTI	101.436,56 €	22,91%	14,63%
4	INTONACI	6.023,40 €	1,36%	87,47%
5	IMPIANTO IDRICO-SANITARIO	8.096,74 €	1,83%	50,91%
6	IMPIANTO TERMICO	101.743,69 €	22,98%	1,76%
7	IMPIANTO ELETTRICO E PRODUZIONE ENERGIA	47.253,81 €	10,67%	25,35%
8	ISOLANTI E COIBENTI	15.231,73 €	3,44%	26,74%
9	IMPIANTO ANTINCENDIO	561,48 €	0,13%	0,00%
10	OPERE DA DECORATORE	46.631,40 €	10,53%	79,33%
11	OPERE DA FALEGNAME	5.109,04 €	1,15%	41,71%
12	OPERE IN PIETRA	1.893,75 €	0,43%	48,99%
13	OPERE DA FABBRO	6.311,70 €	1,43%	42,67%
14	ECONOMIE	8.808,82 €	1,99%	12,11%
15	ONERI SICUREZZA	24.840,08 €	5,61%	54,00%
	TOTALE	442.834,12 €	100,00%	

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. 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.
2. In caso di norme del presente capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli dal 1362 al 1369 del codice civile.
4. Ovunque nel presente Capitolato si preveda la presenza di raggruppamenti temporanei e consorzi ordinari, la relativa disciplina si applica anche agli appaltatori organizzati in aggregazioni tra imprese aderenti ad un contratto di rete, nei limiti della compatibilità con tale forma organizzativa.

Art. 7. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto ed il progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
1. L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della

documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

2. Nella valutazione del ribasso percentuale da offrire si invitano le imprese concorrenti a:

- a) considerare che si tratta di un intervento da realizzare con consegna lavori che potrebbe avvenire nelle more della stipula del contratto.
- b) analizzare in modo attento ed approfondito le caratteristiche del cantiere, le tempistiche previste, fisse ed inderogabili, le tipologie degli interventi da realizzare e le metodologie da applicare;

Art. 8. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub sistemi 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 di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso.
2. 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 rispettivamente l'articolo 101, comma 3, del D.Lgs. 50/2016, gli articoli 16 e 17 del Capitolato Generale d'appalto e l'art. 48 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.
3. La fornitura da parte della ditta aggiudicataria di materiali diversi da quelli previsti dalle specifiche tecniche del presente capitolato, nonché la mancata presentazione del Certificato di conformità, costituiscono causa di risoluzione del contratto.
4. 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.
5. 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).

Art. 9. Consegna e inizio dei lavori

1. ***L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.***
2. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'articolo 32, comma 8, del D. Lgs. 50/2016, qualora il mancato inizio dei lavori determini un grave danno all'interesse pubblico che l'opera appaltata è destinata a soddisfare, oppure la perdita di finanziamenti comunitari; il direttore dei lavori provvede in via d'urgenza su autorizzazione del RUP e indica espressamente sul verbale le motivazioni che giustificano l'immediato avvio dei lavori, nonché le lavorazioni da iniziare immediatamente.
3. Il R.U.P. accerta l'avvenuto adempimento degli obblighi preliminari in materia di sicurezza, di cui all'articolo 22, del presente Capitolato speciale d'appalto prima della redazione del verbale di consegna di cui al comma 1 e ne comunica l'esito al Direttore dei lavori. La redazione del verbale di consegna è subordinata a tale positivo accertamento, in assenza del quale il verbale di consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.
4. ***Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante non stipulare o risolvere il contratto e incamerare la cauzione provvisoria o definitiva, a seconda che la mancata consegna si verifichi prima o dopo la stipulazione del contratto, fermo restando il risarcimento del danno (ivi compreso l'eventuale maggior prezzo di una nuova aggiudicazione) qualora eccedente il valore della cauzione, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta da parte dell'appaltatore. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento dei lavori, l'appaltatore è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.***
5. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 4, anche in via d'urgenza ai sensi del comma 2, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 4 si applica limitatamente alle singole parti consegnate, se l'urgenza è

limitata all'esecuzione di alcune di esse.

CAPO 3 - DISPOSIZIONI SUI CRITERI CONTABILI PER LA LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 10. Valutazione dei lavori a corpo

- 1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.**
- Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo la regola dell'arte.
- La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro e sottocategorie disaggregate indicate nella tabella «B», allegata al presente capitolato speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito, ai sensi dell'articolo 184 del Regolamento generale.
- L'appaltatore è tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci dell'elenco prezzi e le quantità richieste nel computo metrico estimativo per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.**
- Gli oneri per la sicurezza (OS), determinati nella tabella di cui all'articolo 2, comma 1, rigo 2, come evidenziati nell'apposita colonna rubricata oneri sicurezza della tabella «B», integrante il presente capitolato speciale, sono valutati a corpo in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella «B», intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito. La liquidazione di tali oneri è subordinata all'assenso del coordinatore per la sicurezza e la salute in fase di esecuzione.
- Non possono considerarsi utilmente eseguiti e, pertanto, non possono essere contabilizzati e annotati nel Registro di contabilità, gli importi relativi alle voci disaggregate di cui all'articolo 184 del Regolamento Generale, per l'accertamento della regolare esecuzione delle quali sono necessari certificazioni o collaudi tecnici specifici da parte dei fornitori o degli installatori e tali documenti non siano stati consegnati al direttore dei lavori. Tuttavia, il direttore dei lavori, sotto la propria responsabilità, può contabilizzare e registrare tali voci, con una adeguata riduzione dell'aliquota di incidenza, in base al principio di proporzionalità e del grado di pregiudizio.

Art. 11. Valutazione degli eventuali lavori a misura

- Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi dei successivi articoli 19 o 20, e per tali variazioni ricorrano le condizioni di cui all'articolo 43, comma 9, del Regolamento Generale, per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.**
- Nei casi di cui al comma 1, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi del successivo articolo 21, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".**
- Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dalla Direzione lavori.
- Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
- La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 3, del presente capitolato speciale d'appalto.

6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

Art. 12. Valutazione degli eventuali lavori in economia

1. La contabilizzazione degli eventuali lavori in economia introdotti in sede di variante è effettuata con le modalità previste dall'articolo 179 del Regolamento Generale, come segue:
 - a) per quanto riguarda i materiali applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati contrattualmente;
 - b) per quanto riguarda i trasporti, i noli, il costo del personale, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (qualora non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su queste due ultime componenti, determinate nelle misure di cui al comma 3.
2. Gli eventuali oneri per la sicurezza individuati in economia sono valutati senza alcun ribasso, fermo restando che alle componenti stimate o contabilizzate in termini di manodopera, noli e trasporti, si applicano i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione incrementati delle percentuali per spese generali e utili determinate nelle misure di cui al comma 3.
3. Ai fini di cui al comma 1, lettera b) e al comma 2, le percentuali di incidenza delle spese generali e degli utili, sono determinate nella misura prevista dalle analisi dei prezzi integranti il progetto a base di gara o, in assenza di queste, nelle misure minime previste dall'articolo 32, comma 2, lettere b) e c), del Regolamento generale.

CAPO 4 - CAUZIONI E GARANZIE

Art. 13. Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'articolo 93, comma 1, del D. Lgs. 50/2016, agli offerenti è richiesta una cauzione provvisoria con le modalità e alle condizioni di cui alla lettera invito-

Art. 14. Garanzia definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 103, comma 1, del D.Lgs. 50/2016 l'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia, denominata "garanzia definitiva" a sua scelta sotto forma di cauzione o fidejussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3 del D. Lgs. 50/2016, pari al 10 per cento dell'importo contrattuale.
In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia definitiva da costituire è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento.
2. La garanzia fidejussoria di cui al comma 1 a scelta dell'appaltatore può essere rilasciata dai soggetti di cui all'articolo 93, comma 3 del D. Lgs. 50/2016. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del Codice Civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.
3. Ai sensi dell'articolo 103, comma 5, del D.Lgs. 50/2016, la garanzia di cui al comma 1 è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 80 per cento dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di benestare del committente, 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. Sono nulle le pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.
4. La garanzia, per il rimanente ammontare residuo del 20 per cento, cessa di avere effetto ed è svincolata automaticamente all'emissione del certificato di collaudo provvisorio oppure del certificato di regolare esecuzione o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; lo svincolo e l'estinzione avvengono di diritto, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.
5. Ai sensi dell'art. 103 comma 2 del D. Lgs. 50/2016 la Stazione appaltante ha il diritto di valersi della cauzione, 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 e ha il diritto di valersi della cauzione per provvedere al 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 comunque presenti in cantiere o nei

luoghi dove viene prestato il servizio nei casi di appalti di servizi. La Stazione appaltante può incamerare la garanzia per provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario 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.

6. Ai sensi dell'art. 103 comma 1 del D. Lgs. 50/2016 la cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione. La Stazione appaltante può richiedere al soggetto 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 all'esecutore. Alla garanzia di cui al presente articolo si applicano le riduzioni previste dall'articolo 93, comma 7 del D. Lgs. 50/2016, per la garanzia provvisoria.
- 7. Ai sensi dell'articolo 103, comma 10, del D. Lgs. 50/2016, in caso di raggruppamenti temporanei o di consorzio ordinario, le garanzie fidejussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti, ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.**
8. Ai sensi dell'articolo 103, comma 3, del D. Lgs. 50/2016, la mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria, di cui al precedente articolo 13, da parte della Stazione appaltante, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

Art. 15. Riduzione delle garanzie

1. Ai sensi dell'articolo 93, comma 7, del D. Lgs. 50/2016 l'importo della garanzia, e del suo eventuale rinnovo, è ridotto del 50 per cento per gli operatori economici ai quali venga rilasciata, da organismi accreditati, ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO9000. Si applica la riduzione del 50 per cento, non cumulabile con quella di cui al primo periodo, anche nei confronti delle microimprese, piccole e medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese. L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 30 per cento, anche cumulabile con la riduzione di cui al primo periodo, per gli operatori economici in possesso di registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), ai sensi del regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, o del 20 per cento per gli operatori in possesso di certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO14001. L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 15 per cento per gli operatori economici che sviluppino un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067. Per fruire delle riduzioni di cui al presente comma, l'operatore economico segnala, in sede di offerta, il possesso dei relativi requisiti e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.
2. In caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti di tipo orizzontale le riduzioni di cui al comma 1 sono accordate se il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato da tutte le imprese in raggruppamento.
3. Ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del D.Lgs. 50/2016, negli appalti nel settore dei Beni Culturali non trova applicazione l'istituto dell'avvalimento, di cui all'articolo 89 del citato Codice.
4. Il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato dall'annotazione in calce all'attestazione SOA ai sensi dell'articolo 63, comma 3, del d.P.R. n. 207 del 2010 ovvero dalla certificazione rilasciata dall'organismo accreditato.

Art. 16. Coperture Assicurative a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 103, comma 7, del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50, l'Appaltatore è obbligato, a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore e che copra i danni subiti dalla stessa Stazione Appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del Certificato di Collaudo provvisorio o di Regolare Esecuzione.
2. Tale assicurazione contro i rischi dell'esecuzione deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto; il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi non deve essere inferiore a Euro 1.000.000
; tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione Appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della Direzione Lavori e dei

collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione Appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del Certificato di Collaudo o di Regolare Esecuzione.

3. La garanzia assicurativa prestata dall'appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici.

4. Ai fini di cui ai commi precedenti l'appaltatore è obbligato a stipulare e mantenere operante, a proprie spese dalla consegna dei lavori, per tutta la durata degli stessi e comunque sino alla data di emissione del Certificato di Collaudo provvisorio o di Regolare Esecuzione, una polizza assicurativa che garantisca la Stazione Appaltante a norma dell'art. 103 D.Lgs. n. 50/2016. Tale polizza dovrà essere stipulata con primarie compagnie assicuratrici di gradimento della Stazione Appaltante, e comprendere:

a. Copertura assicurativa C.A.R.

La polizza C.A.R. (tutti i rischi del costruttore) compresi anche eventi socio-politici per un ammontare pari al valore d'appalto e con validità dall'inizio dei lavori al collaudo provvisorio, recante nel novero degli assicurati anche la Stazione Appaltante. Poiché i lavori interessano in tutto beni immobili e impianti preesistenti, la somma assicurata deve comprendere, oltre all'importo del contratto incrementato dell'I.V.A., l'importo del valore delle predette preesistenze, stimato dal progettista in €. 1.000.000,00 (euro unmilione/00).

b. Responsabilità civile verso terzi

Per responsabilità civile verso terzi, per tutti i danni ascrivibili all'appaltatore e/o ai suoi dipendenti e/o altre ditte e/o alle persone che operano per conto dell'appaltatore, con massimale pari al 5% dell'importo a base di gara al lordo degli oneri per la sicurezza (con un minimo di 500.000).

N.B. I rappresentanti ed i dipendenti della Stazione Appaltante, il Direttore Lavori ed i suoi collaboratori, operanti in cantiere, altri appaltatori ed altre persone operanti eventualmente nella proprietà della Stazione Appaltante, sono considerati terzi tra loro.

La copertura assicurativa dovrà essere valida anche in caso di colpa grave dell'assicurato e colpa grave e/o dolo delle persone del fatto delle quali l'assicurato deve rispondere a norma di legge.

5. Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, in relazione alle all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione e all'assicurazione di responsabilità civile, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante.

6. Tali garanzie prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di concorrenti o un consorzio ordinario, giusto il regime della responsabilità solidale disciplinato dall'articolo 48, comma 5, del D. Lgs. 50/2016, garanzia assicurativa è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati o consorziati.

CAPO 5 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 17. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

1. Ai sensi dell'articolo 43 comma 10 del Regolamento Generale, entro 10 giorni dalla stipula del contratto, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa, pur nel rispetto dello schema e delle priorità previste dal Cronoprogramma e dal Piano di sicurezza e coordinamento. Tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento, deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata, il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

2. Il programma esecutivo e di dettaglio dovrà essere aggiornato in base all'effettivo andamento dei lavori e/o modificato su richiesta del Direttore Lavori e/o del Coordinatore Sicurezza per l'Esecuzione dei lavori, in base alle esigenze della Stazione appaltante. Per tali variazioni l'Appaltatore non potrà vantare alcun titolo per richieste di risarcimenti. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di modificare il programma dei lavori esecutivo e di dettaglio dell'Appaltatore in qualsiasi momento per proprie insindacabili necessità, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi di sorta o avanzare richieste di qualunque genere.

3. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

- a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
- c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o

partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;

- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 comma 1 del decreto legislativo n.81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.
4. A fronte di ordine di servizio della Direzione Lavori, l'Appaltatore è tenuto all'esecuzione di tutti o parte dei lavori in più turni, anche notturni, festivi o in avverse condizioni meteorologiche, prendendo tutti gli accorgimenti necessari per assicurare il buon esito dell'opera e l'esecuzione dei lavori in piena sicurezza. In ogni caso l'Appaltatore, al di fuori di quanto riconosciuto dalla legislazione e dalla normativa vigente, non ha diritto ad alcun compenso oltre il prezzo contrattuale.
5. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

Art. 18. Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di differimento di inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma esecutivo o della loro ritardata ultimazione:

- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
 - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
 - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente capitolato speciale d'appalto;
 - f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, i subappaltatori, i subaffidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
 - g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
 - h) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
 - i) le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008, fino alla relativa revoca.
2. Non costituiscono altresì motivo di proroga o differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione, i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, se l'appaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.
3. Le cause di cui ai commi 1 e 2 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe o di sospensione dei lavori, per la disapplicazione delle penali, né per l'eventuale risoluzione del contratto.

Art. 19. Variazione dei lavori

1. Nessuna variazione può essere introdotta dall'esecutore di propria iniziativa, per alcun motivo, in difetto di autorizzazione della Stazione appaltante. Il mancato rispetto di tale divieto comporta a carico dell'esecutore la rimessa in pristino delle opere nella situazione originale; il medesimo sarà inoltre tenuto ad eseguire, a proprie spese, gli interventi di rimozione e ripristino che dovessero essergli ordinati dalla Stazione appaltante ed a

risarcire tutti i danni per tale ragione sofferti dalla Stazione appaltante stessa, fermo che in nessun caso può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

- 2. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli 43, comma 8, del Regolamento Generale, nonché dagli articoli 106 e 149 del D. Lgs. 50/2016. Ove necessario, in caso di variazioni in aumento, all'appaltatore sarà accordato un termine suppletivo, comunicato al tempo necessario all'esecuzione dei lavori oggetto di variante.**
3. Per le varianti è sottoscritto un atto di sottomissione, quale appendice contrattuale, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.
4. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 24 del presente Capitolato speciale d'appalto con i conseguenti adempimenti di cui al medesimo articolo, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 25.

Art. 20. Varianti per errori od omissioni progettuali

Si rinvia a quanto previsto dalla normativa vigente

Art. 21. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

- 1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 2 e 3, del presente Capitolato Speciale d'Appalto.**
- 2. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi del precedente comma 1, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, in contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'appaltatore; mediante apposito verbale di concordamento, sottoscritto dalle parti e approvato dal RUP.**

CAPO 6 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 22. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al D. Lgs. 81/2008, l'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'efficacia dell'aggiudicazione e comunque prima della stipulazione del contratto o prima della redazione del verbale di consegna dei lavori qualora questi siano iniziati nelle more della stipula del contratto:
 - a) una 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;
 - b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;
 - c) ai fini dell'acquisizione d'ufficio del certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, dichiarazione attestante la propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;
 - d) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del D. Lgs. 81/2008. Se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, ai sensi dell'articolo 29, comma 5, primo periodo, del Decreto n. 81 del 2008, la valutazione dei rischi è effettuata secondo le procedure standardizzate di cui al decreto interministeriale 30 novembre 2012 e successivi aggiornamenti.
 - e) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del D. Lgs. 81/2008.
2. Entro gli stessi termini di cui al comma 1, l'appaltatore deve trasmettere al Direttore Lavori o – ove nominato – al coordinatore per l'esecuzione, il nominativo e i recapiti:
 - a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del D. Lgs. 81/2008;
 - b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del D. Lgs. 81/2008;ed inoltre

- c) una dichiarazione di accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui al successivo articolo 24, con le eventuali richieste di adeguamento di cui al medesimo articolo;
 - d) il piano operativo di sicurezza di cui al successivo articolo 25.
3. Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:
- a) dall'appaltatore, comunque organizzato anche nelle forme di cui alle successive lettere b), c), d) ed e), nonché, tramite questi, dai subappaltatori;
 - b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui all'articolo 45, comma 2, lettere b) e c) del D. Lgs. 50/2016 qualora il consorzio intenda eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;
 - c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'articolo 48, comma 7, del D. Lgs. 50/2016, qualora il consorzio sia privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; qualora siano state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori, gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata in sede di gara o comunque preventivamente comunicata alla Stazione appaltante, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;
 - d) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 45, comma 2, lett. d) del D. Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D. Lgs. 81/2008 è individuata nella mandataria, come risultante dell'atto di mandato;
 - e) da tutte le imprese consorziate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa individuata con l'atto costitutivo o lo statuto del consorzio, se l'appaltatore è un consorzio ordinario di cui all'articolo 45, comma 2 lett. e) del D. Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D. Lgs. 81/2008 è individuata con il predetto atto costitutivo o statuto del consorzio;
 - f) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.
4. L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui al presente articolo, commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori, ogni qualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.
5. Fermo restando quanto previsto al successivo articolo 26, comma 3, l'impresa affidataria comunica alla Stazione appaltante gli opportuni atti di delega di cui all'articolo 16 del D.Lgs. 81/2008.

Artr. 23. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere

1. L'appaltatore è obbligato, ai sensi dell'articolo 97, comma 1, del D. Lgs. 81/2008:
- a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19, del suddetto D. Lgs. 81/2008 e all'allegato XIII allo stesso decreto, nonché le altre disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere;
 - b) a rispettare e curare il pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso ad operare in condizione di permanente sicurezza e igiene, nell'osservanza delle disposizioni degli articoli da 108 a 155, del D. Lgs. 81/2008 e degli allegati da XVII a XXXV e XLI, allo stesso decreto;
 - c) a verificare costantemente la presenza di tutte le condizioni di sicurezza dei lavori affidati;
 - d) ad osservare le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, in quanto non in contrasto con le disposizioni di cui al presente comma.
- 2. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.**
3. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 22, commi 1, 2 o 4, oppure agli articoli 24, 25 o 26 del presente capitolato.

Art. 24. Piano di sicurezza e coordinamento

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 100, del D. Lgs. 81/2008, in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato decreto, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato, determinati all'articolo 2, comma 1, lettera b), del presente Capitolato Speciale.
2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione elencate al comma successivo.

3. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
 - b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
4. Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ha l'obbligo di pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
5. Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:
 - a) nei casi di cui al comma 3, lettera a), le proposte si intendono accolte;
 - b) nei casi di cui al comma 3, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 3, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
7. Nei casi di cui al comma 3, lettera b), le proposte si intendono accolte se non comportano variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo, diversamente si intendono rigettate.
8. Nei casi di cui al comma 3, lettera b), nel solo caso di accoglimento esplicito, qualora le modificazioni e le integrazioni comportino maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, e qualora la Stazione appaltante riconosca tale maggiore onerosità, trova applicazione la disciplina delle varianti.
9. Qualora prima della stipulazione del contratto (a seguito di aggiudicazione ad un raggruppamento temporaneo di imprese) oppure nel corso dei lavori (a seguito di autorizzazione al subappalto o di subentro di impresa ad altra impresa raggruppata estromessa ai sensi dell'articolo 48, commi 17 o 18 del D. Lgs. 50/2016) si verificasse una variazione delle imprese che devono operare in cantiere, il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve provvedere tempestivamente:
 - a) ad adeguare il PSC, se necessario;
 - b) ad acquisire i POS delle nuove imprese.

Art. 25. Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza redatto ai sensi dell'articolo 89, comma 1, lettera h) del D. Lgs. 81/2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato decreto, con riferimento allo specifico cantiere, e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Il piano operativo di sicurezza deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato al coordinatore della sicurezza, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto. Il coordinatore per la sicurezza, dopo le opportune verifiche e la redazione del verbale di idoneità come da art. 92 comma 1, lettera b) del D. Lgs. 81/2008, trasmetterà il sopracitato POS alla Stazione appaltante.
3. Ai sensi dell'articolo 105, comma 17, del D. Lgs. 50/2016 l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza, redatti dalle imprese subappaltatrici, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In ogni caso trova applicazione quanto previsto dall'articolo 22, comma 4, del presente Capitolato Speciale.
4. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 24.
5. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del D. Lgs. 81/2008, il piano operativo di sicurezza non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato D. Lgs. 81/2008.

Art. 26. Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del D. Lgs. 81/2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV del decreto stesso.
2. ***I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al D. Lgs. 81/2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.***
3. L'appaltatore è obbligato a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione appaltante o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. Il medesimo appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di imprese, detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. In caso di consorzio stabile o di consorzio di cooperative o di imprese artigiane, tale obbligo incombe al consorzio. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.
5. Ai sensi dell'articolo 105, comma 14, ultimo periodo, del D.Lgs. 50/2016, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 7 – NORME FINALI E DI ESECUZIONE

Art. 27. Termini per l'inizio e l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni **180 (CENTOTTANTA)** naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Nel calcolo del tempo contrattuale di cui al comma 2 si è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie difficoltà e degli ordinari impedimenti in relazione agli andamenti stagionali e alle relative condizioni climatiche, pertanto per tali motivi non potranno essere concesse proroghe per recuperare rallentamenti o soste.
3. L'affidatario si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie, di forniture e/o lavori da effettuarsi da altre ditte per conto del Comune ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previa emissione del certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.
4. A fine lavori l'Appaltatore comunicherà alla Direzione Lavori, la data nella quale ritiene di aver ultimato i lavori. La Direzione Lavori procederà allora, in contraddittorio, alle necessarie constatazioni redigendo apposito certificato.
5. Dalla data di ultimazione dei lavori decorreranno i termini per la redazione dello stato finale e per la redazione del certificato di regolare esecuzione.

Art. 28. Penali in caso di ritardo

1. ***Nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori o per le scadenze fissate nel programma esecutivo dei lavori viene applicata una penale pari al 1,00 per mille dell'importo netto contrattuale.***
2. ***La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:***
 - a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui al precedente articolo 9, comma 2;
 - b) nell'inizio dei lavori per mancata consegna o per inefficacia del verbale di consegna imputabili all'affidatario che non abbia effettuato gli adempimenti prescritti, ai sensi del precedente articolo 9, comma 3;
 - c) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
 - d) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
3. La penale applicata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se già addebitata, è restituita, qualora l'affidatario, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui al precedente articolo 17.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera c), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera d) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.

5. Tutte le fattispecie di ritardi sono segnalate tempestivamente e dettagliatamente al RUP da parte del direttore dei lavori, immediatamente al verificarsi della relativa condizione, con la relativa quantificazione temporale; sulla base delle predette indicazioni le penali sono applicate in sede di conto finale ai fini della verifica in sede di certificato di regolare esecuzione.
6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi 1 e 2 non può superare il 10 per cento dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione il successivo articolo 40 in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi per fatto dell'appaltatore, per mancati introiti o per qualsiasi altro titolo.

Art. 29. Sospensioni, proroghe e riprese dei lavori

1. Ai sensi di quanto previsto dall'articolo 107, comma 1, del D.Lgs. 50/2016, in tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, e che non siano prevedibili al momento della stipulazione del contratto, il direttore dei lavori può disporre la sospensione dell'esecuzione del contratto, compilando il verbale di sospensione, con l'indicazione delle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, nonché dello stato di avanzamento dei lavori, delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e delle cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, della consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.
2. L'Appaltatore non potrà di propria iniziativa, per nessun motivo, sospendere o interrompere i lavori. La richiesta di sospensione dei lavori da parte dell'Appaltatore può essere legittimamente avanzata alla Stazione appaltante qualora, durante l'esecuzione, sopraggiungano condizioni sfavorevoli rilevanti che oggettivamente ne impediscono la prosecuzione utilmente a regola d'arte.
3. In caso di forza maggiore, condizioni climatiche od altre circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale. Costituiscono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 106, comma 1, lett. b) e c), comma 2 e diverse da quelle di cui al comma 4 del D.Lgs. 50/2016. Nessun indennizzo spetta all'appaltatore per le sospensioni di cui al presente articolo.
4. Il verbale di sospensione deve contenere:
 - a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori la cui esecuzione rimane interrotta;
 - b) l'adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori;
 - c) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute;
 - d) le cautele adottate affinché i lavori possano continuare senza eccessivi oneri;
 - e) la consistenza della forza lavoro e mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.
5. Il verbale di sospensione è controfirmato dall'appaltatore, deve pervenire al responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla sua redazione e deve essere restituito controfirmato dallo stesso o dal suo delegato; se il responsabile del procedimento non si pronuncia entro 5 (cinque) giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante.
6. Qualora l'appaltatore non intervenisse alla firma del verbale di sospensione o rifiuta di sottoscriverlo, oppure apponesse sullo stesso delle riserve, si procede a norma degli articoli 107, comma 4, e 108, comma 3, del D.Lgs. 50/2016, in quanto compatibili, nonché dell'articolo 190 del Regolamento Generale.
7. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal responsabile del procedimento o sul quale si sia formata l'accettazione tacita; non possono essere riconosciute sospensioni e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o nel caso in cui le motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del responsabile del procedimento.
8. Se il verbale di sospensione viene trasmesso al responsabile del procedimento dopo il quinto giorno dalla sua redazione oppure reca una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione, il verbale avrà efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione.
9. Non appena cessate le cause della sospensione il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa che, oltre a richiamare il precedente verbale di sospensione, deve indicare i giorni di effettiva sospensione e il conseguente nuovo termine contrattuale dei lavori differito di un numero di giorni pari all'accertata durata della sospensione.
10. Il verbale di ripresa dei lavori è controfirmato dall'affidatario e trasmesso al responsabile del procedimento; esso è efficace dalla data della comunicazione all'appaltatore; al verbale di ripresa dei lavori si applicano le disposizioni di cui ai commi 5 e 6.
11. Ai sensi dell'articolo 107, comma 2, del D.Lgs. 50/2016, qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva del tempo contrattuale, o comunque superino 6 (sei) mesi complessivamente, l'appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; la Stazione appaltante può opporsi allo scioglimento del contratto ma, in tal caso, riconosce al medesimo la rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti, iscrivendoli nella documentazione contabile. In ogni altro caso, per la sospensione dei lavori, qualunque sia la causa, non spetta all'affidatario alcun compenso e indennizzo.
12. Eventuali sospensioni dei lavori disposte dal Direttore Lavori su richiesta del Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione dei Lavori, per il mancato rispetto delle norme per la sicurezza e la tutela della salute dei lavoratori, non comporteranno alcuna proroga dei termini fissati per l'ultimazione degli stessi lavori. La

- ripresa dei lavori o delle lavorazioni a seguito delle eventuali sospensioni di cui al presente comma sarà disposta con verbale della Direzione Lavori redatto dalla stessa, su disposizioni del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione dei Lavori, previa verifica degli avvenuti adeguamenti.
13. Le disposizioni di cui ai commi precedenti si applicano anche a sospensioni parziali e riprese parziali che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali; in tal caso il differimento dei termini contrattuali è pari ad un numero di giorni costituito dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra l'ammontare dei lavori sospesi e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il programma esecutivo dei lavori di cui al precedente articolo 17.
 14. Le sospensioni disposte non comportano per l'Appaltatore la cessazione e l'interruzione della custodia dell'opera, per cui esso è tenuto a mantenere le misure di salvaguardia del cantiere ed evitare il danno a terzi.
 15. In caso di sospensione dei lavori, l'appaltatore deve riprendere effettivamente i lavori entro 2 (due) giorni decorrenti dall'ordine di ripresa dei lavori stesso, formalizzato con specifico verbale emesso dalla Direzione dei Lavori.
 16. Ai sensi dell'articolo 107, comma 2, del D.Lgs. 50/2016, il responsabile del procedimento può ordinare la sospensione dei lavori per cause di necessità o di pubblico interesse, tra cui l'interruzione di finanziamenti per esigenze di finanza pubblica. L'ordine è trasmesso contemporaneamente all'appaltatore e al direttore dei lavori ed ha efficacia dalla data di emissione.
 17. Lo stesso responsabile del procedimento determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospensione dei lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e al direttore dei lavori.
 18. Lo stesso responsabile del procedimento determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospensione dei lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e al direttore dei lavori.
 19. Per quanto non diversamente disposto, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal responsabile del procedimento si applicano le disposizioni del presente articolo, commi 4,6,9,10 e 13, in materia di verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, in quanto compatibili.
 20. Le stesse disposizioni si applicano alle sospensioni:
 - a) in applicazione di provvedimenti assunti dall'Autorità Giudiziaria, anche in seguito alla segnalazione dell'Autorità Nazionale Anticorruzione;
 - b) per i tempi strettamente necessari alla redazione, approvazione ed esecuzione di eventuali varianti di cui all'articolo 19, del presente Capitolato speciale d'appalto.
 21. Ai sensi dell'articolo 107, comma 5, del D.Lgs. 50/2016, qualora l'appaltatore, per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'articolo 27, può chiedere la proroga, presentando apposita richiesta motivata almeno 45 giorni prima della scadenza del termine contrattuale. A titolo indicativo e non esaustivo sono considerate cause non imputabili all'appaltatore: ritardi causati o da impedimenti in relazione a proprie esigenze o conseguenti all'inadempimento, da parte della stessa Stazione appaltante, delle obbligazioni per la stessa derivanti dal Capitolato o ritardi nell'esecuzione di altre opere o lavori propedeutici o strumentali ai lavori oggetto del presente contratto e formanti oggetto di altri contratti in essere tra la Stazione appaltante e terzi.
 22. In deroga a quanto previsto al precedente comma 21, la richiesta può essere presentata anche se mancano meno di 45 giorni alla scadenza del termine di cui all'articolo 27, comunque prima di tale scadenza, qualora le cause che hanno determinato la richiesta si siano verificate posteriormente; in questo caso la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza del ritardo.
 23. Qualora nel corso dell'esecuzione dei lavori si verificasse un evento che a giudizio dell'appaltatore risultasse tale da impedire oggettivamente il rispetto del termine di esecuzione, l'appaltatore può presentare alla Stazione appaltante richiesta di proroga in forma scritta, entro 10 (dieci) giorni dalla data del verificarsi dell'evento e fornire alla Stazione appaltante, entro i successivi 10 (dieci) giorni, tutti gli elementi in suo possesso a comprova dell'evento stesso. Detti adempimenti si intendono prescritti per l'Appaltatore che non vi ottemperi, a pena di decadenza del diritto di avanzare successivamente, in qualsiasi sede, pretese relative alla proroga del termine di esecuzione di cui al precedente articolo 27.
 24. La richiesta di proroga è presentata al direttore di lavori il quale la trasmette tempestivamente al responsabile del procedimento, corredata dal proprio parere; se la richiesta è presentata direttamente al responsabile del procedimento questi acquisisce tempestivamente il parere del direttore dei lavori.
 25. La proroga è concessa o negata con provvedimento scritto del responsabile del procedimento entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; il responsabile del procedimento può prescindere dal parere del direttore dei lavori se questi non si esprime entro 10 giorni e può discostarsi dallo stesso parere motivando; nel provvedimento è riportato il parere del direttore dei lavori se questo è difforme dalle conclusioni del responsabile del procedimento.
 26. Nei casi di cui al comma 22, i termini di 30 giorni e di 10 giorni di cui al comma 25 sono ridotti rispettivamente a 10 giorni e a 3 giorni; negli stessi casi qualora la proroga sia concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'articolo 27, essa ha effetto retroattivo a partire da tale ultimo termine.
 27. La mancata determinazione del responsabile del procedimento entro i termini di cui ai commi 25 o 26 costituisce rigetto della richiesta.

Art. 30. Oneri a carico dell'affidatario

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al Regolamento Generale e al capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'affidatario gli oneri e gli obblighi che seguono:
 - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'affidatario non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
 - b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso Comune;
 - c) ogni onere, costo, spesa o quanto altro relativi al trasporto, carico, scarico, montaggio, smontaggio e nolo per tutto il tempo necessario, di trabattelli, di piccoli ponti in legno e in ferro, di paranchi/argani, di macchinari, di tecnologie varie, di gru fisse o mobili, di cestelli telescopici autotrasportati, di ponti mobili, di piattaforme aeree su autocarro o quanto altro per la realizzazione degli interventi in progetto a perfetta regola d'arte, per opere temporanee, per sostegno delle strutture oggetto di intervento o per realizzare piani di lavoro alle varie altezze o situazioni necessarie;
 - d) l'impiego di materiali strutturali idonei e certificati nel pieno rispetto delle normative vigenti e delle prescrizioni dell'Ufficio OO.PP. che ha rilasciato apposito nulla osta;
 - e) l'assunzione in proprio, tenendone indenne il Comune, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative, comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
 - f) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato speciale d'appalto;
 - g) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere, la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
 - h) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi;
 - i) l'impianto di cantiere completo delle recinzioni, realizzate solo ed esclusivamente in lamiera grecata, altezza cm. 200, di colore rosso ossido o blu sostenute da idonea struttura tubolare tipo Innocenti, come indicato ed illustrato nel P.S.C. e tutto quanto previsto dalla normativa vigente. Il nolo, montaggio e smontaggio di tutte le necessarie recinzioni fisse e mobili anche per interventi di breve durata. Il trasporto, montaggio, smontaggio e nolo per tutto il tempo necessario, di passerelle, di piani provvisori di lavoro, di trabattelli, di ponti in legno e in ferro, di strutture atte al raggiungimento delle quote delle lavorazioni oggetto di intervento, per opere temporanee o per sostegno delle strutture oggetto di intervento e la mano d'opera per il montaggio e lo smontaggio ed ogni mezzo d'opera, macchinario, tecnologia, gru, cestelli telescopici autotrasportati, ponti mobili, piattaforme aeree su autocarro o quanto altro per la realizzazione degli interventi in progetto a perfetta regola d'arte, considerando sempre la particolare tipologia dell'intervento in oggetto, l'ambito in cui il medesimo si inserisce e il pregio storico ed architettonico del manufatto;
 - j) il trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera;
 - k) attrezzi e opere provvisori e quanto altro occorre all'esecuzione piena e perfetta dei lavori;
 - l) la fornitura a tutti gli operai di tute da lavoro di identico colore al fine di dare decoro al cantiere, come dettagliatamente indicato al successivo art. 49;
 - m) rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
 - n) le vie di accesso al cantiere;
 - o) l'installazione di un monoblocco da cantiere ad uso ufficio, mensa, spogliatoio, servizi igienici per gli operai. Si evidenzia che i baraccamenti di cantiere risultano di norma già riconosciuti nell'ambito delle spese generali;
 - p) la messa a disposizione all'interno delle strutture mobili (monoblocchi) delle necessarie attrezzature, tavolo, sedie ed uno scaffale per la direzione dei lavori. Alle pareti dovranno essere allestiti pannelli in legno per l'esposizione dei disegni di progetto. Una copia di tutto il progetto con tutti i relativi allegati, il giornale dei lavori e tutti i documenti relativi al cantiere, con particolare riferimento a quelli previsti dal

D.Lgs n. 81 in data 09/04/2008 (PSC e POS) dovranno essere stampati a cura dell'appaltatore e dalla medesima conservati in modo permanente in questo locale;

- q) la messa a disposizione da parte dell'appaltatore, di n. 5 elmetti di protezione di colore bianco per i visitatori;
- r) passaggi, occupazioni temporanee e risarcimento di danni per l'abbattimento di piante, per depositi od estrazioni di materiali;
- s) la custodia e la conservazione delle opere fino all'emissione del certificato di regolare esecuzione. L'ideale protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'affidatario l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
- t) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni, con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'affidatario, restandone sollevati il Comune, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
- u) **la realizzazione e messa in opera di numero 1 esemplare del cartello indicatore relativo ai lavori in oggetto, da localizzare sulla recinzione del cantiere fronte Via Cecchin. E' previsto un cartello in forex spessore mm 5, colore bianco con bordi rossi, scritte rosse e nere e riproduzione fotografica a più colori, con uso di colori e tecnologie idonee all'esposizione alle intemperie e ai raggi solari, con telaio e supporto in metallo di colore rosso, di dimensioni cm. 300 x h. cm. 200, da collocare secondo le indicazioni fornite dalla D.L. Il cartello, come da progetto dettagliato della D.L., riporterà: committente, progettista, direttore lavori, assistente, impresa, oggetto dell'intervento, caratteristiche dell'opera e relative concessioni ed autorizzazioni e dati relativi al finanziamento dell'intervento, il tutto come da Circolare del Ministro dei LL.PP. del 1 giugno 1990, n. 1729/UL, nonché, se del caso, le indicazioni di cui all'articolo 12 del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37. Il cartello, che dovrà essere aggiornato ad ogni variazione ed integrazione a cura dell'affidatario, sarà corredato di idonea illuminazione notturna, con due fari led a luce bianca per esterno, comandati da interruttore crepuscolare;**
- v) la richiesta, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dal Comune (Consorti, rogge, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, di tutti i permessi necessari e l'obbligo di seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale;
- w) l'affidatario è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'affidatario deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'affidatario deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori;
- x) la produzione alla direzione dei lavori di un'adeguata documentazione fotografica relativa alla realizzazione delle opere in generale, alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori, che fornirà indicazioni di dettaglio per i lavori da documentare in modo particolareggiato. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, dovrà recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese. Alla fine di ogni mese le riprese effettuate saranno archiviate su un CD non riscrivibile che verrà consegnato alla D.L., unitamente ad una stampa a colori nel formato cm. 13 x cm. 17;
- y) la preparazione di tutti campioni richiesti dalla D.L. come specificato al successivo art. 51. Per quanto riguarda la realizzazione di rinzaffi, zoccolature, intonaci, stilature di giunti tra i mattoni e similari, anche se non evidenziato di volta in volta, dovrà essere utilizzata solo ed esclusivamente pura calce idraulica naturale NHL 3,5, certificata sulla base della norma europea EN 459-1 e 3: 2002. Dovranno inoltre essere realizzate idonee campionature delle malte con uso di inerti sabbiosi di idonea granulometria e consistenza ed aspetto finale ad impatto visivo e tattile identico a quanto già esistente. La valutazione e successiva accettazione dei campioni potrà avvenire solo dopo la perfetta asciugatura delle malte;
- z1) la compilazione del "Giornale dei lavori", nel modello consegnato dalla Direzione Lavori, dove saranno annotate per ciascun giorno, l'ordine, il modo e le attività con cui procedono i lavori, la specie ed il numero di operai, l'attrezzatura tecnica impiegata, nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori. Nel giornale saranno inoltre annotati gli ordini di servizio, le istruzioni e le prescrizioni del responsabile del procedimento, del direttore dei lavori e del coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori. Sul giornale verrà inoltre annotata qualsiasi informazione, notizia od evento relativa al cantiere oltre alle osservazioni meteorologiche ed idrometriche. Tutti i soggetti che a qualsiasi titolo entrano nell'area di cantiere, prima di accedere dovranno essere annotati sul Giornale dei lavori con nome, cognome, luogo di residenza, qualifica, motivo della visita, ora di ingresso e ora di uscita: al momento dell'uscita dovranno firmare il giornale nell'apposito riquadro. Ogni giorno dovranno essere registrati con la

massima precisione tutti gli operai, tecnici, artigiani, o quanti altri presenti in cantiere, sia dell'Impresa che di eventuali subappaltatori: al momento dell'ingresso in cantiere firmeranno il giornale, dovranno essere registrate eventuali uscite e rientri durante l'orario di lavoro e dovranno firmare alla sera, annotando l'ora di uscita. Sul giornale di cantiere saranno indicati tutti i giorni progressivi dal giorno della consegna dei lavori alla fine indicando quindi anche le festività. Periodicamente il D.L. verificherà quanto annotato, porrà le proprie osservazioni e firmerà il giornale;

- z2) le spese necessarie per l'esecuzione e la redazione dei documenti riguardanti: contratti- collaudi di ogni tipo e genere - spese di cancelleria/copisteria - bollati per tutti gli atti della D.L. fino al collaudo lavori. Prima dell'inizio dei lavori è prevista la realizzazione di n. 2 copie complete di tutto il progetto esecutivo con i relativi allegati. Le copie saranno predisposte con spese a carico dell'appaltatore e dopo essere state firmate dall'Amministratore delegato della medesima e dal Direttore dei Lavori, saranno conservate una in cantiere e una dal Direttore dei Lavori;
 - z3) richiedere tempestivamente i permessi e sostenere i relativi oneri per la chiusura al transito veicolare e pedonale (con l'esclusione dei residenti) delle strade urbane interessate dalle opere oggetto dell'appalto; installare e mantenere funzionante per tutta la necessaria durata dei lavori la cartellonista a norma del codice della strada atta ad informare il pubblico in ordine alla variazione della viabilità cittadina connessa con l'esecuzione delle opere appaltate. L'affidatario dovrà preventivamente concordare tipologia, numero e posizione di tale segnaletica con il locale comando di polizia municipale e con il coordinatore della sicurezza;
 - z4) l'affidatario dovrà provvedere al completo sgombero del cantiere entro 15 giorni dall'emissione del certificato di ultimazione positivo.
2. L'affidatario è comunque responsabile della disciplina e del buon ordine del cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento.
- ✓ 3. L'affidatario è altresì obbligato:
- a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli invitato, non si presenti;
 - b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;
 - c) a consegnare al direttore dei lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal capitolato speciale d'appalto e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
 - d) a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia, nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.
4. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. Si richiamano tutte le prescrizioni evidenziate al successivo art. 48.
5. L'affidatario, tramite il direttore di cantiere o attraverso il capo-cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore tecnico di cantiere o il capo-cantiere hanno l'obbligo di garantire la propria presenza giornaliera e continuativa sul luogo di lavoro per tutta la durata dell'intervento. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'affidatario per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'affidatario è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

Art. 31. Contabilizzazione dei lavori

- 1. La contabilizzazione dei lavori è effettuata in conformità alle disposizioni vigenti.
- 2. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata, per ogni categoria di lavorazione in cui il lavoro è stato suddiviso, secondo la quota percentuale eseguita rispetto all'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevata dal capitolato speciale d'appalto. Le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite, sono desunte da valutazioni autonome del direttore dei lavori che può controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico estimativo; in ogni caso tale computo metrico estimativo non ha alcuna rilevanza contrattuale e i suoi dati non sono vincolanti. Il corrispettivo è determinato applicando la percentuale della quota eseguita all'aliquota contrattuale della relativa lavorazione e rapportandone il risultato all'importo contrattuale netto del lavoro a corpo.
- 3. Le misurazioni e i rilevamenti sono fatti in contraddittorio tra le parti; tuttavia, se l'affidatario rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il direttore dei lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o brogliacci suddetti.
- 4. Per i lavori da liquidare su fattura e per le prestazioni da contabilizzare in economia si procede secondo le relative speciali disposizioni.
- 5. Gli oneri per la sicurezza sono contabilizzati con gli stessi criteri stabiliti per i lavori, con la sola eccezione del prezzo che è quello contrattuale prestabilito dalla Stazione appaltante e non oggetto dell'offerta in sede di gara.

Art. 32. Invariabilità del corrispettivo

1. Trattandosi di appalto di lavori bandito successivamente al 27 gennaio 2022, sono stabilite le seguenti clausole di revisione dei prezzi ai sensi dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022, n. 4 e dell'articolo 106, comma 1, lettera a), primo periodo, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, fermo restando quanto previsto dal secondo e dal terzo periodo del medesimo comma 1 dell'articolo 106.1 Per quanto non espressamente disciplinato dal presente articolo si fa riferimento al predetto articolo 29.
2. In deroga all'articolo 106, comma 1, lettera a), quarto periodo, del decreto legislativo 50 del 2016, le variazioni di prezzo dei singoli materiali da costruzione, in aumento o in diminuzione, saranno valutate dalla stazione appaltante soltanto se tali variazioni risultano superiori al cinque per cento rispetto al prezzo, rilevato nell'anno di presentazione dell'offerta, anche tenendo conto di quanto previsto dal decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4. In tal caso si procederà a compensazione, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il cinque per cento e comunque in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza, nel limite delle risorse indicate al comma 7 del citato articolo 29.
3. La compensazione di cui al comma 4 è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il cinque per cento al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nei dodici mesi precedenti al decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, e nelle quantità accertate dal direttore dei lavori.
4. A pena di decadenza, l'appaltatore presenterà alla stazione appaltante l'istanza di compensazione, confermando la riserva espressa ai sensi del comma 3, entro sessanta giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, esclusivamente per i lavori eseguiti nel rispetto dei termini indicati nel relativo cronoprogramma. Il direttore dei lavori della stazione appaltante verifica l'eventuale effettiva maggiore onerosità subita dall'esecutore, e da quest'ultimo provata con adeguata documentazione, ivi compresa la dichiarazione di fornitori o subcontraenti o con altri idonei mezzi di prova relativi alle variazioni, per i materiali da costruzione, del prezzo elementare dei materiali da costruzione pagato dall'esecutore, rispetto a quello documentato dallo stesso con riferimento al momento dell'offerta. Il direttore dei lavori verifica altresì che l'esecuzione dei lavori sia avvenuta nel rispetto dei termini indicati nel cronoprogramma.
5. Laddove la maggiore onerosità provata dall'esecutore sia relativa ad una variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, la compensazione è riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il cinque per cento e in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza. Ove sia provata dall'esecutore una maggiore onerosità relativa ad una variazione percentuale superiore a quella riportata nel predetto decreto, la compensazione è riconosciuta nel limite massimo pari alla variazione riportata nel decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, per la sola parte eccedente il cinque per cento e in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza.
6. Sono esclusi dalla compensazione i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta.
7. La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate.
8. Al di fuori delle fattispecie disciplinate dal presente articolo è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del Codice Civile.

Art. 33. Variazioni al progetto e al corrispettivo

1. Qualora la Stazione appaltante, per il tramite della direzione dei lavori, richiedesse e ordinasse modifiche o varianti in corso d'opera, fermo restando il rispetto delle condizioni e della disciplina previste dalla normativa vigente, le stesse verranno concordate e successivamente liquidate sulla base di una nuova perizia, eventualmente redatta e approvata in base ai nuovi prezzi stabiliti mediante il verbale di concordamento di cui al precedente articolo 21.
2. In tal caso trova applicazione, verificandosene le condizioni, la disciplina di cui agli articoli 43, comma 8, del Regolamento Generale.

Art. 34. Pagamenti in acconto e pagamenti a saldo

1. Ai sensi dell'articolo 35, comma 18, del D.Lgs. 50/2016, è prevista la corresponsione, all'appaltatore di una somma, a titolo di anticipazione, pari al 20% (venti per cento) dell'importo del contratto, da erogare dopo la sottoscrizione del contratto medesimo ed entro 15 (quindici) giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertato dal RUP. Nel caso il contratto sia sottoscritto nel corso dell'ultimo trimestre dell'anno, l'anticipazione è erogata nel primo mese dell'anno successivo, sempre che sia stato accertato l'effettivo inizio dei lavori. La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga al pagamento degli interessi corrispettivi a

norma dell'articolo 1282 Codice Civile.

2. L'anticipazione è compensata nel corso dell'anno contabile nel quale è stata erogata, mediante trattenuta sull'importo di ogni certificato di pagamento emesso nello stesso anno. L'importo della trattenuta è determinato proporzionalmente suddividendo l'importo dell'anticipazione per le mensilità intercorrenti tra l'erogazione e la conclusione del primo anno contabile o la data prevista per l'ultimazione dei lavori, se anteriore; in ogni caso alla conclusione del primo anno contabile o all'ultimazione dei lavori, se anteriore, l'importo dell'anticipazione deve essere compensato integralmente.

3. L'anticipazione è revocata se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali e, in tale caso, spettano alla Stazione appaltante anche gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

4. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla prestazione, da parte dell'affidatario, di apposita garanzia, alle seguenti condizioni:

a) importo garantito almeno pari all'anticipazione, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa in base al periodo previsto per la compensazione di cui al comma 2;

b) la garanzia può essere ridotta gradualmente in corso d'opera, in proporzione alle quote di anticipazione recuperate in occasione di ogni parziale compensazione, fino all'integrale compensazione;

c) la garanzia è prestata mediante presentazione di atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.3, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.3 allegato al predetto decreto;

d) per quanto non previsto trova applicazione l'articolo 3 del decreto del Ministro del tesoro 10 gennaio 1989.

5. La fideiussione di cui al comma 4 è escussa dalla Stazione appaltante in caso di insufficiente compensazione ai sensi del comma 2 o in caso di revoca dell'anticipazione di cui al comma 3, salvo che l'affidatario provveda direttamente con risorse proprie prima dell'escussione della fideiussione.

6. Al pagamento dell'anticipazione si applica la disciplina di cui al presente articolo, comma 18.

7. Non è prevista l'anticipazione del pagamento sui materiali o su parte di essi.

8. All'affidatario verranno corrisposti i pagamenti in acconto al maturare di ogni stato di avanzamento dei lavori di importo al netto della ritenuta dello 0,50% di cui all'articolo 4, comma 3, del D.P.R. n. 207 del 2010 e dell'importo delle rate di acconto precedenti, pari a **100.000 euro**.

9. Ai sensi dell'art. 3 della Legge 136/2010 e s.m. ed i., l'affidatario, al fine di garantire la tracciabilità dei pagamenti, deve utilizzare uno o più conti correnti bancari o postali, accessi presso banche o presso la società Poste Italiane S.p.A., dedicati anche se non in via esclusiva alle commesse pubbliche. Ai sensi dei commi 1 e 8 della citata legge 136/2010 gli stessi obblighi sono estesi anche alle modificazioni delle indicazioni fornite in precedenza. In assenza delle predette comunicazioni la Stazione appaltante sospende i pagamenti e non decorrono i termini legali per l'applicazione degli interessi di cui all'articolo 35, commi 1 e 2 e per la richiesta di risoluzione di cui all'articolo 40.

Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento:

a) per pagamenti a favore dell'affidatario, dei subappaltatori, dei sub-contrattenti, dei sub-fornitori o comunque di soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità;

b) i pagamenti di cui alla precedente lettera a) devono avvenire in ogni caso utilizzando i conti correnti dedicati di cui al presente comma 9;

c) i pagamenti destinati a dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite i conti correnti dedicati di cui al presente comma 9, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione dell'intervento.

10. I pagamenti in favore di enti previdenziali, assicurativi e istituzionali, nonché quelli in favore di gestori e fornitori di pubblici servizi, ovvero quelli riguardanti tributi, possono essere eseguiti anche con strumenti diversi da quelli ammessi dal comma 9, lettera a), fermo restando l'obbligo di documentazione della spesa. Per le spese giornaliere, di importo inferiore o uguale a 1.500 euro possono essere utilizzati sistemi diversi da quelli ammessi dal comma 9, lettera a), fermi restando il divieto di impiego del contante e l'obbligo di documentazione della spesa.

11. Ogni pagamento effettuato ai sensi del comma 9, lettera a), deve riportare, in relazione a ciascuna transazione, il CIG di cui all'articolo 1, comma 3, lettera a) e il CUP di cui all'articolo 1, comma 3, lettera b) delle presenti condizioni contrattuali.

12. L'affidatario si impegna a dare immediata comunicazione al Comune ed alla Prefettura – ufficio territoriale del Governo della provincia di Asti – della notizia dell'inadempimento della propria controparte

(subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

13. Le clausole di cui al presente articolo sono prescritte a pena di nullità assoluta del contratto d'appalto e devono altresì essere obbligatoriamente riportate nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate all'intervento ai sensi del comma 9, lettera a); in assenza di tali clausole i predetti contratti sono nulli senza necessità di declaratoria.

14. Ai sensi dell'articolo 30, comma 5, del D.Lgs. 50/2016, a garanzia dell'osservanza delle norme in materia di contribuzione previdenziale e assistenziale, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento, da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.

15. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi delle condizioni di cui al comma 8, il direttore dei lavori redige la contabilità ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 194 del Regolamento Generale, il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data di chiusura.

16. Entro lo stesso termine di cui al comma 15, il responsabile del procedimento emette il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'articolo 195 del Regolamento Generale, il quale deve esplicitamente riportare il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori, con l'indicazione della data di emissione.

17. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'affidatario, previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267 s. m. ed i.

18. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 45 giorni, per cause non dipendenti dall'affidatario, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 8.

19. L'emissione di ogni certificato di pagamento da parte del responsabile del procedimento è subordinata, ai sensi dell'articolo 48-bis del D.P.R. 29 settembre 1973, n. 602, come introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge 24 novembre 2006, n. 286:

- a) all'acquisizione d'ufficio del DURC dell'affidatario e degli eventuali subappaltatori;
- b) qualora l'affidatario abbia stipulato contratti di subappalto, che siano state trasmesse le fatture quietanziate del subappaltatore o del cottimista entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento precedente;
- c) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui al comma 8 e seguenti in materia di tracciabilità dei pagamenti;
- d) all'accertamento, da parte del Comune, che il beneficiario non sia inadempiente all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento per un ammontare complessivo pari almeno all'importo da corrispondere con le modalità di cui al D.M. 18 gennaio 2008, n. 40. In caso di inadempienza accertata, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

Ai sensi dell'articolo 31, comma 3, della legge n. 98 del 2013, in caso di ottenimento del DURC che segnali un inadempimento contributivo relativo a uno o più soggetti impiegati nell'esecuzione del contratto, il Comune, in assenza di regolarizzazione tempestiva:

- a) chiede tempestivamente ai predetti istituti e casse la quantificazione dell'ammontare delle somme che hanno determinato l'irregolarità, se tale ammontare non risulti già dal DURC;
- b) trattiene un importo corrispondente all'inadempimento, sui certificati di pagamento delle rate di acconto e sulla rata di saldo di cui al presente articolo;
- c) corrisponde direttamente agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la Cassa edile, quanto dovuto per gli inadempimenti accertati mediante il DURC, in luogo dell'affidatario e dei subappaltatori;
- d) provvede alla liquidazione delle rate di acconto e della rata di saldo di cui al presente articolo, limitatamente alla eventuale disponibilità residua.

20. In deroga alla previsione del comma 8, se i lavori eseguiti raggiungono un importo pari o superiore al 90% (novanta per cento) dell'importo contrattuale, può essere emesso uno stato di avanzamento per un importo inferiore a quello minimo previsto allo stesso comma 8, ma non superiore al 95% (novantacinque per cento) dell'importo contrattuale. In ogni caso, non può essere emesso alcun stato di avanzamento quando la differenza tra l'importo contrattuale e i certificati di pagamento già emessi sia inferiore al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale medesimo. In tal caso l'importo residuo è liquidato con il conto finale;

21. Il conto finale dei lavori è redatto entro 30 giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore dei lavori e trasmesso al responsabile del procedimento; con il conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di cui al comma 23 alle condizioni di cui al comma 19;

22. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'affidatario, su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'affidatario non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.

23. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di garanzia di cui al comma 14, nulla ostando, è pagata entro 30 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di regolare esecuzione, previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267 s. m. ed i.

24. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile; il pagamento è disposto solo a condizione che l'affidatario presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 103, comma 6, del D.Lgs. 50/2016, conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.

25. Il pagamento della rata di saldo è subordinato alle condizioni di cui al comma 19 del presente articolo;

26. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'affidatario risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante entro 24 (ventiquattro) mesi dall'ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.

27. L'affidatario 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.

Art. 35. Ritardo nei pagamenti

1. In caso di ritardo nell'emissione dei certificati di pagamento o dei titoli di spesa relativi agli acconti ed alla rata di saldo, rispetto ai termini previsti al precedente articolo 34, spettano all'affidatario gli interessi, legali e moratori, nella misura e con le modalità ed i termini previsti dalla normativa vigente.
2. Trascorsi i termini di cui sopra o, nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il 15% (quindici per cento) dell'importo netto contrattuale, l'affidatario ha facoltà di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, ovvero, previa costituzione in mora della Stazione appaltante, di promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, come da articolo 40.

Art. 36. Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. E' ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 106, comma 13, del D.Lgs. 50/2016 e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, stipulato mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata, sia notificato alla Stazione appaltante prima o contestualmente all'emissione del certificato di pagamento sottoscritto dal responsabile del procedimento e preveda il rispetto delle clausole di tracciabilità di cui alla legge 136/2010.

Art. 37. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'affidatario, il direttore dei lavori redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro 30 giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'affidatario è tenuto a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno alla Stazione appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dal precedente articolo 28, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
3. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.
4. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o del certificato di regolare esecuzione da parte della Stazione appaltante da effettuarsi entro i termini previsti dall'articolo 38.
5. Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, l'approvazione del certificato di regolare esecuzione, la manutenzione delle stesse resta a carico dell'Appaltatore che la eseguirà nel rispetto delle norme di legge a tutela della circolazione e dell'incolumità pubblica, seguendo le eventuali prescrizioni fissate dalla Stazione appaltante, restando a suo carico ogni responsabilità sia civile che penale.
6. Per il periodo intercorrente tra l'esecuzione e l'approvazione del certificato di regolare esecuzione e salve le maggiori responsabilità sancite all'art. 1669 del Codice Civile, l'Appaltatore è garante delle opere e delle forniture eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.
7. L'Appaltatore deve eseguire la manutenzione delle opere con tempestività e cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie, senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori. Nel caso in cui l'appaltatore non provveda nei termini prescritti dalla Direzione Lavori con invito scritto, si procederà d'ufficio e la spesa, maggiorata del 10% per spese generali, sarà addebitata all'Appaltatore stesso.

8. Non può ritenersi verificata l'ultimazione dei lavori se l'appaltatore non ha consegnato al direttore dei lavori le certificazioni e i collaudi tecnici di cui al precedente articolo 10, comma 6; in tal caso il direttore dei lavori non può redigere il certificato di ultimazione e, qualora redatto, questo non è efficace e non decorrono i termini di cui al successivo articolo 38, né i termini per il pagamento della rata di saldo di cui all'articolo 34.

Art. 38. Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione

1. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di controllo o di collaudo parziale volte o ogni altro accertamento, volti a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali e nel capitolato speciale d'appalto e nel contratto d'appalto.
3. L'affidatario deve provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto fino all'approvazione, esplicita o tacita, degli atti di regolare esecuzione; resta nella facoltà della Stazione appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate.
4. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'affidatario risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante prima che il certificato di regolare esecuzione, trascorsi due anni dalla sua emissione, assuma carattere definitivo.
5. Trova applicazione la disciplina di cui agli articoli da 215 a 235 del Regolamento generale.

Art. 39. Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori, con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario di cui all'articolo 37, comma 2, oppure nel diverso termine assegnato dalla direzione lavori.
2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'affidatario per iscritto, lo stesso affidatario non può opporsi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. L'Appaltatore può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dallo stesso per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'affidatario o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'affidatario non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal precedente articolo 37, comma 4.

Art. 40. Risoluzione e recesso dal contratto

1. ***Ai sensi dell'articolo 108, comma 1 del D.Lgs. 50/2016, la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto, mediante comunicazione a mezzo posta elettronica certificata, con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei casi dallo stesso previsti:***
2. ***Il contratto è altresì risolto di diritto nei seguenti casi:***
 - a) ***perdita da parte dell'affidatario, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione, oppure in caso di reati accertati;***
 - b) ***nullità assoluta, ai sensi dell'articolo 3, comma 8, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, in caso di assenza, nel contratto, delle disposizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti;***
 - c) ***decadenza dell'attestazione SOA dell'affidatario per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci, risultanti dal casellario informatico.***
3. ***Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.***
4. ***Nei casi di risoluzione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'affidatario nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata mediante posta elettronica certificata, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.***
5. ***Alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'affidatario o suo rappresentante oppure, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali***

- di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione del Comune per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.*
- 6. Nei casi di risoluzione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'affidatario, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:**
- a) affidando ad altra impresa, in caso di indisponibilità di altra impresa, ponendo a base d'asta del nuovo appalto o di altro affidamento ai sensi dell'ordinamento vigente, l'importo lordo dei lavori di completamento e di quelli da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, nonché dei lavori di ripristino o riparazione, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'affidatario inadempiente medesimo;**
 - b) ponendo a carico dell'affidatario inadempiente:**
 - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'affidatario inadempiente;**
 - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;**
 - 3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data originariamente prevista.**
 - c) l'affidatario ha diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi di cui alle precedenti lettere a) e b).**
- 7. Il Comune ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto nel rispetto dei limiti e delle modalità di cui alla normativa vigente ART 109 DLGS 50/2016.**
- 8. L'affidatario è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili.**

Art. 41. Fallimento dell'affidatario

- 1. In caso di fallimento, dell'affidatario la Stazione appaltante si avvale, salvi e senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'articolo 110, del D.Lgs. 50/2016.
- 2. Qualora l'esecutore sia un raggruppamento temporaneo o un consorzio ordinario di operatori economici, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante, trovano applicazione rispettivamente i commi 17 e 18, dell'articolo 48, del D.Lgs. 50/2016.

Art. 42. Controversie

- 1. Ai sensi dell'articolo 205, commi 1 e 2, del D.Lgs. 50/2016, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura compresa fra il 5% (cinque per cento) e il 20% (venti per cento) di quest'ultimo, il R.U.P. deve valutare immediatamente l'ammissibilità di massima delle riserve, la loro non manifesta infondatezza e la non imputabilità a maggiori lavori per i quali sia necessaria una variante in corso d'opera ai sensi dell'articolo 149 del D.Lgs. 50/2016, il tutto anche ai fini dell'effettivo raggiungimento della predetta misura percentuale. Il RUP rigetta tempestivamente le riserve che hanno per oggetto aspetti progettuali oggetto di verifica ai sensi dell'articolo 26 del D.Lgs. 50/2016.
- 2. Il R.U.P., entro 15 (quindici) giorni dalla comunicazione del direttore dei lavori, acquisita la relazione riservata del medesimo e, ove costituito, dell'organo di collaudo, può richiedere alla Camera arbitrale l'indicazione di una lista di cinque esperti aventi competenza specifica in relazione all'oggetto del contratto. Il R.U.P. e l'appaltatore scelgono d'intesa, nell'ambito della lista, l'esperto incaricato della formulazione della proposta motivata di accordo bonario. In caso di mancata intesa, entro 15 (quindici) giorni dalla trasmissione della lista l'esperto è nominato dalla Camera arbitrale che ne fissa anche il compenso. La proposta è formulata dall'esperto entro 90 (novanta) giorni dalla nomina. Qualora il R.U.P. non richieda la nomina dell'esperto, la proposta è formulata dal RUP entro 90 (novanta) giorni dalla comunicazione del direttore dei lavori.
- 3. L'esperto, se nominato, oppure il R.U.P., verificano le riserve in contraddittorio con l'appaltatore, effettuano eventuali audizioni, istruiscono la questione anche con la raccolta di dati e informazioni e con l'acquisizione di eventuali altri pareri, e formulano, accertata la disponibilità di idonee risorse economiche, una proposta di accordo bonario, che viene trasmessa al dirigente competente della stazione appaltante e all'impresa. Se la proposta è accettata dalle parti, entro 45 (quarantacinque) 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 decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di rigetto della proposta da parte dell'appaltatore oppure di inutile decorso del predetto termine di 45 (quarantacinque) giorni si procede ai sensi del successivo comma 10.

4. La procedura può essere reiterata nel corso dei lavori purché con il limite del 15% (quindi per cento). La medesima procedura si applica, a prescindere dall'importo, per le riserve non risolte al momento dell'emissione del certificato di regolare esecuzione.
5. Sulle somme riconosciute in sede amministrativa o contenziosa, gli interessi al tasso legale cominciano a decorrere 60 giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, successivamente approvato dalla Stazione appaltante, oppure dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.
6. Ai sensi dell'articolo 208, del D.Lgs. 50/2016, anche al di fuori dei casi in cui è previsto il ricorso all'accordo bonario ai sensi dei commi precedenti, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono sempre essere risolte mediante atto di transazione, in forma scritta, a pena di nullità, nel rispetto del Codice Civile; qualora l'importo differenziale della transazione ecceda la somma di 200.000,00 euro, è necessario il parere dell'avvocatura che difende la Stazione appaltante o, in mancanza, del funzionario più elevato in grado, competente per il contenzioso. Il dirigente competente, sentito il R.U.P., esamina la proposta di transazione formulata dall'affidatario, ovvero può formulare una proposta di transazione al soggetto aggiudicatario, previa audizione del medesimo.
7. La procedura di cui al comma 5 può essere esperita anche per le controversie circa l'interpretazione del contratto o degli atti che ne fanno parte o da questo richiamati, anche quando tali interpretazioni non diano luogo direttamente a diverse valutazioni economiche.
8. Nelle more della risoluzione delle controversie l'affidatario non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante e/o dalla Direzione Lavori.
9. Resta fermo quanto previsto dall'articolo 205, comma 5, del D.Lgs. 50/2016.
10. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi del comma 2 e l'appaltatore confermi le riserve, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il **Foro di Asti** ed è esclusa la competenza arbitrale.
11. La decisione sulla controversia dispone anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 43. Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza

1. L'affidatario deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.
2. L'affidatario è altresì obbligato a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa.
3. L'affidatario è obbligato, ai fini retributivi, ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la provincia di Asti.
4. In ogni momento il direttore dei lavori e, per suo tramite, il responsabile unico del procedimento, possono richiedere all'affidatario e ai subappaltatori copia del "Libro unico del lavoro" di cui all'articolo 39 della legge 6 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne l'effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'affidatario o del subappaltatore autorizzato.
5. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3, 26, comma 8 del D.Lgs. 81/2008 e dell' articolo 5, comma 1, primo periodo della Legge 136/2010, l'affidatario 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'affidatario 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 a mantenere esposta ed indossata detta tessera di riconoscimento.
6. 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'affidatario 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.
7. La violazione degli obblighi di cui ai commi 7 e 8 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 7 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. 44. Subappalto

1. Il subappalto o il sub affidamento in cottimo, ferme le condizioni di cui all'art. 105 del Codice dei contratti, è ammesso per la categoria **OG1** per le seguenti lavorazioni di cui alla **TABELLA B**:
 - 1- Lattonerie
 - 3- Serramenti
 - 5- Impianto idrico-sanitario

- 10- Opere da decoratore
- 11- Opere da falegname
- 13- Opere da fabbro

Mentre le seguenti lavorazioni appartenenti alla categoria **OG1** dovranno essere realizzate dalla ditta appaltatrice e non potranno essere subappaltate:

- 2- Pavimenti e rivestimenti
- 4- Intonaci
- 8- Isolanti e coibenti
- 9- Impianto antincendio
- 12- Opere in pietra

Le categorie:

OS30 - Impianti interni elettrici

OS28 – Impianti termici

Sono interamente subappaltabili se la ditta appaltatrice non è in possesso dei relativi requisiti richiesti per la realizzazione delle suddette opere specialistiche.

2. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore; i termini di rilascio dell'autorizzazione sono quelli di cui al comma 18 dell'articolo 105 del Codice dei contratti.
3. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:
 - a. ai sensi dell'articolo 105, comma 14, del Codice dei contratti, l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento);
 - b. se al subappaltatore sono affidati, in tutto o in parte, gli apprestamenti, gli impianti o le altre attività previste dal PSC connessi ai lavori in subappalto, i relativi oneri per la sicurezza sono pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, per il tramite del DL e sentito il CSE, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione (articolo 105, comma 14, del Codice dei contratti);
 - c. nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi (articolo 105, comma 15, del Codice dei contratti);
 - d. le imprese subappaltatrici devono 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 svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;
 - e. le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:
 - i. la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici;
 - ii. copia del proprio POS in coerenza con i piani di cui agli articoli 24 e 25 del presente Capitolato speciale.
4. Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili (articolo 105, comma 20, del Codice dei Contratti - D.Lgs n. 50 del 2016).
5. I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori (articolo 105, comma 19, del Codice dei Contratti - D.Lgs n. 50 del 2016).
6. Qualora l'affidatario intenda avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo n. 276 del 2003 e s.m. e i. (distacco di manodopera) dovrà trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:
 - a. di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);
 - b. di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;
 - c. che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.

La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra. Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in capo al

soggetto distaccante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 80 del Codice dei contratti. La Stazione appaltante, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco qualora in sede di verifica non sussistano i requisiti di cui sopra.

7. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
8. Il DL e il R.U.P., nonché il CSE provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e di esecuzione dei contratti di subappalto.
9. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile, con la conseguente possibilità per la Stazione appaltante di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dall'articolo 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).
10. Fermo restando quanto previsto dai precedenti commi 5 e 6, ai sensi dell'articolo 105, comma 2, del Codice dei Contratti - D.Lgs n. 50 del 2016 è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto da affidare. I sub-affidamenti che non costituiscono subappalto, devono essere comunicati al R.U.P. e al CSE almeno il giorno feriale antecedente all'ingresso in cantiere dei soggetti sub-affidatari, con la denominazione di questi ultimi.
11. Non si configurano come attività affidate in subappalto le categorie di forniture o servizi indicate all'articolo 105, comma 3, del Codice dei Contratti - D.Lgs n. 50 del 2016.
12. Ai subappaltatori, ai sub affidatari, nonché ai soggetti titolari delle prestazioni che non sono considerate subappalto si applica l'articolo 43, in materia di tessera di riconoscimento.
13. Ai sensi dell'articolo 105, comma 13, del Codice dei contratti - D.Lgs n. 50 del 2016, la Stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore, al cottimista, al prestatore di servizi ed al fornitore di beni o lavori, l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi eseguite nei seguenti casi:
 - a. quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa;
 - b. in caso di inadempimento da parte dell'appaltatore;
 - c. su richiesta del subappaltatore e se la natura del contratto lo consente.Negli altri casi la Stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 (venti) giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.
14. I pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, oppure all'appaltatore qualora questi abbia subappaltato parte dei lavori, sono subordinati:
 - a. all'acquisizione del DURC del subappaltatore;
 - b. all'ottemperanza alle prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti;
15. Qualora l'appaltatore non provveda nei termini agli adempimenti di cui ai precedenti commi 13 e 14, la Stazione appaltante può imporgli di adempiere alla trasmissione entro 10 (dieci) giorni, con diffida scritta e, in caso di ulteriore inadempimento, sospendere l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non provveda.
16. La documentazione contabile di cui al comma 13 deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore ai sensi del comma 3, lettera b) del presente articolo.

Art. 45. Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto, i materiali provenienti dalle escavazioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in cantiere, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per gli scavi.
3. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto, i materiali provenienti dalle demolizioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in cantiere, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per le demolizioni.
4. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto

dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

5. E' fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi 1, 2 e 3, ai fini di cui al successivo articolo 46.

Art. 46. Utilizzo di materiali recuperati o riciclati

1. Il progetto non prevede categorie di prodotti (tipologie di manufatti e beni) ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera d), del decreto del Ministero dell'Ambiente 8 maggio 2003, n. 203.

Art. 47. Terre e rocce da scavo

1. Sono a carico e a cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti. L'appaltatore è tenuto in ogni caso al rispetto del decreto ministeriale 10 agosto 2012, n. 161.
2. E' altresì a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:
 - a) siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del decreto legislativo n. 152 del 2006;
 - b) siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 152 del 2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10-sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2.
3. Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

PARTE SECONDA PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 8 – DATI GENERALI

Art. 48. Oggetto degli interventi

Il progetto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di **ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI"**

Le opere di carattere edile e architettonico riguarderanno; la realizzazione di nuova pavimentazione in linoleum sul pavimento riscaldato; la ridistribuzione funzionale di tutti gli ambienti all'interno dell'edificio con la realizzazione di nuovi divisori e tamponamenti in cartongesso; sostituzione di tutti i serramenti interni ed esterni, l'impermeabilizzazione di parte della copertura;

Le opere di carattere impiantistico riguarderanno il rifacimento dell'impianto idrico sanitario e di scarico; il rifacimento dell'impianto idrico antincendio; la realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche di copertura; il rifacimento completo dell'impianto termico di riscaldamento e produzione A.C.S. e degli impianti elettrici e speciali.

Art. 49. Descrizione sommaria dei lavori

OPERE EDILI E ARCHITETTONICHE

Realizzazione di nuovo pacchetto di pavimentazione al piano terreno

L'intervento prevede la realizzazione, di un sottofondo in massetto porta-impanti, armato con rete elettrosaldata $\varnothing 8$ mm, maglia 20x20 cm, sp. 10 cm, e una finitura in linoleum.

Realizzazione di nuova pavimentazione in gres fine porcellanato R10 sulla pavimentazione esistente dei servizi igienici

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una nuova pavimentazione in gres fine porcellanato R10 sulla pavimentazione esistente dei locali adibiti a servizi igienici.

Realizzazione di rivestimenti in gres fine porcellanato dei servizi igienici

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di nuovi rivestimenti in gres fine porcellanato dei locali adibiti a servizi igienici.

Partizioni interne ed altre opere murarie

La suddivisione interna dei locali sarà realizzata mediante soluzioni a secco (pareti intelaiate con interposto materiale isolante e finitura in cartongesso).

Tinteggiatura di tutte le superfici interne finite (colori a scelta della D.L.)

E' prevista la tinteggiatura di tutte le superfici interne

Tinteggiatura di tutte le superfici esterne finite (colori a scelta della D.L.)

E' prevista la tinteggiatura di tutte le superfici esterne

Nuovi serramenti interni ed esterni, soglie esterne e davanzali in pietra serena

I serramenti saranno realizzati in pvc a taglio termico, (vetri stratificati di sicurezza esterni ed interni) e dovranno garantire un potere fonoisolante $R_w=42$ dB.

Alcune porte presenteranno un telaio con chiambrana perimetrale costituita da n.2 profili estrusi ad accoppiamento telescopico trattati con ossidazione anodica o verniciatura a polvere poliestere, guarnizioni perimetrali in Esaflex, anta/e realizzata/e con pannelli compositi comprendenti HPL incollati a supporti a base legno MDF, lato decorativo in laminato (sp. 0,9 mm), supporto intermedio in medium density MDF (sp. 6 mm) di telaio strutturale dell'anta in medium density MF (sp. 25 mm), bordatura perimetrale in bordo ABS con spigoli arrotondati raggio di 3 mm. Saranno inoltre presenti porte con telaio in acciaio e controtelaio con zanche e profilo di guarnizione anti-fumo, anta/e realizzata/e in lamiera d'acciaio a doppio pannello con isolante termico, idrofugo. Nei locali destinati a servizi igienici i serramenti esterni saranno dotati di vetri satinati. La porta di accesso alla centrale termica sarà omologata per resistenza al fuoco REI-120. Sempre in corrispondenza della centrale termica saranno presenti n.2 griglie di areazione con telaio in alluminio. Infine, le porte di accesso al filtro presente nel nuovo corpo scala Sud-Est saranno omologate per resistenza al fuoco REI-60.

Le nuove soglie esterne e i davanzali verranno realizzati con pietra serena (spessore 3 cm).

Nuove scossaline in lamiera d'acciaio preverniciata

Il progetto prevede la totale rimozione delle scossaline esistenti e la posa di nuove scossaline in lamiera di acciaio preverniciata.

Interventi nell'area esterna

OPERE IMPIANTISTICHE

Gli interventi in progetto comprenderanno il rifacimento completo dei seguenti impianti tecnologici:

Impianto termico di riscaldamento e produzione A.C.S.

Il progetto prevede Le opere in progetto consisteranno principalmente in:

- Sostituzione generatore di calore esistente, con contestuale installazione di nuovo generatore di calore del tipo a condensazione, funzionante a gas metano, con allacciamento ad impianto esistente di riscaldamento ambienti;
- Sostituzione di tutte le tubazioni dell'impianto termico, presenti all'interno della scuola;
- Installazione di impianto radiante a pavimento, del tipo ribassato a bassa inerzia termica;
- Installazione di sistema di termoregolazione delle singole zone presenti all'interno del fabbricato;

Impianti elettrici e speciali

Gli impianti elettrici saranno configurati per garantire le seguenti utenze:

- prelievo FM;
- luce;
- fonia, videocitofonia e trasmissione dati;
- diffusione sonora (campanella cambio ora);
- antintrusione, controllo accessi;
- rivelazione fumi e diffusione sonora di sicurezza (EVAC);
- impianto fotovoltaico.

Il quadro generale sarà posizionato al piano rialzato all'interno del locale Bidelleria. Dal quadro elettrico generale partiranno le dorsali di alimentazione per ciascun piano/utenza.

La distribuzione per dorsali orizzontali si svilupperà principalmente su passerella metallica a controsoffitto. La distribuzione secondaria si svilupperà a partire dai centralini di ciascun locale o dalle scatole di derivazione per i locali sprovvisti di quadretto dedicato e sarà sempre separata per FM e LUCE.

Linee dedicate alimenteranno gli impianti di sicurezza quali rivelazione fumi, evac, illuminazione di sicurezza.

L'illuminazione artificiale sarà totalmente affidata a corpi illuminanti a sorgente led.

L'illuminazione di sicurezza sarà affidata in parte agli stessi corpi illuminanti ordinari, alcuni dei quali dotati di accessori per funzionamento in emergenza (corpo batteria a bordo). La segnalazione di sicurezza delle vie di esodo sarà costituita da segnalatori luminosi con pittogramma. I sistemi di illuminazione di sicurezza dovranno essere in grado di mantenere l'illuminamento medio previsto dalle normative per una durata minima di 1h e tempo di ricarica max 12 h.

CAPO 9 – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 50. Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Art. 51. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

Art. 52. Impiego di materiali o componenti di minor pregio

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 53. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo

Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203, *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo*.

Riutilizzo delle terre e rocce da scavo

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, come sostituito dall'art. 13 del D.Lgs. n. 205/2010.

Al comma 1 dell'art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Art. 54. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 e al D.Lgs 106/2017. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

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

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i

materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 55. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. 56. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/2010.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

Art. 57. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto previste nel computo metrico estimativo delle opere. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Art. 58. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

CAPO 10 – MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Identificazione, certificazione e accettazione

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove NTC emanate con D.M. 17 gennaio 2018, devono essere:

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

Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

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

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle NTC, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle NTC, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per *controllo di produzione nella fabbrica* si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

Acciaio per strutture metalliche

Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-1** e **UNI EN 10045-1**.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, sono riportati nelle tabelle 18.1 e 18.2.

La classe di esecuzione, così come definita dalla UNI EN1090, per gli elementi in carpenteria metallica, è EXC2.

Classi di importanza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC3 ^{a)}
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC4

a) EXC4 dovrebbe essere applicato a strutture speciali o strutture con conseguenze estreme di cedimento strutturale, come richiesto dalle disposizioni nazionali.

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-
S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S 460 MH/MLH	460	530	-	-

L'acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma **UNI EN 10293**.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

L'acciaio per strutture saldate

La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 18.3.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati ¹
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma uni en 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
¹ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

I bulloni e i chiodi

I bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** - devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Classi di appartenenza di viti e dadi

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti

Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1** e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

I chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **UNI 7356**.

Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

I connettori a piolo

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base $L_0 = 5,65\sqrt{A_0}$ dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12 ;
- rapporto $f_t/f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

- C $\leq 0,18\%$;
- Mn $\leq 0,9\%$;
- S $\leq 0,04\%$;
- P $\leq 0,05\%$.

L'impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori

nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

Procedure di controllo su acciai da carpenteria

I controlli in stabilimento di produzione

La suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

Le prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre un'adeguata documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2000 t oppure a un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Il controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

La verifica periodica della qualità

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente. Inoltre, il laboratorio incaricato deve effettuare le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopradetto.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

I controlli nei centri di trasformazione

I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme **UNI EN 10326** e **UNI EN 10149** (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto $\tau_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **UNI EN 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni sia quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

I centri di prelavorazione di componenti strutturali

Le Nuove norme tecniche definiscono *centri di prelavorazione* o *di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelavorazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle Nuove norme tecniche, ove applicabili.

Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

Norme di riferimento

Esecuzione

UNI 552 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;

UNI 3158 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;

UNI ENV 1090-1 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;

UNI ENV 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;

UNI ENV 1090-3 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;

UNI ENV 1090-4 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;

UNI ENV 1090-6 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;

UNI EN ISO 377 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;

UNI EN 10002-1 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);

UNI EN 10045-1 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;

UNI EN 20898-2 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;

UNI EN 20898-7 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;

UNI EN 5592 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;

UNI EN ISO 4016 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

Profilati cavi

UNI EN 10210-1 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10210-2 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

UNI EN 10219-1 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10219-2 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

UNI EN 10025-5 - *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*
UNI EN 10025-6 - *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

Sistemi protettivi contro la corrosione

Zincatura a caldo

Definizione

Per zincatura a caldo si intende la formazione di un rivestimento di zinco e/o lega zinco ferro su prodotti di ferro, acciaio o ghisa tramite immersione, dopo opportuno trattamento, in zinco fuso.

Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le prescrizioni concernenti il trattamento di zincatura a caldo si dovrà fare riferimento e dovrà essere conforme alle norme UNI EN ISO 1461 e UNI EN ISO 14713.

Generalità

I rivestimenti applicati tramite zincatura per immersione a caldo sono destinati a proteggere i prodotti di ferro e acciaio contro la corrosione. La lunghezza del periodo di protezione contro la corrosione da parte di tali rivestimenti è all'incirca proporzionale allo spessore del rivestimento. Nel caso di condizioni estremamente aggressive e/o una durata in servizio eccezionalmente lunga, possono essere richiesti rivestimenti con spessori maggiori di quelli specificati successivamente. Le specificazioni per questi rivestimenti più spessi devono essere soggette ad un accordo tra lo zincatore e il committente, circa i mezzi per l'attuazione (per esempio, granigliatura, composizione chimica dell'acciaio, etc). Lo spessore minimo della zincatura è indicato nel prospetto seguente:

Tabella I

Articolo e suo spessore	Spessore locale di rivestimento (minimo) μm	Spessore medio del rivestimento (minimo) μm
Acciaio $\geq 6 \text{ mm}$	70	85
Acciaio $\geq 3 \text{ mm}$ fino a $< 6 \text{ mm}$	55	70
Acciaio $\geq 1.5 \text{ mm}$ fino a $< 3 \text{ mm}$	45	55
Acciaio $< 1.5 \text{ mm}$	35	45
Fusioni di ghisa $\geq 6 \text{ mm}$	70	80
Fusioni di ghisa $< 6 \text{ mm}$	60	70

Con "spessore locale del rivestimento" viene indicato il valore medio dello spessore del rivestimento ottenuto dal numero specificato di misurazioni entro un'area di riferimento per una prova magnetica o il singolo valore per una prova gravimetrica. Con "spessore medio del rivestimento" viene indicato il valore medio dello spessore locale su un grande articolo o su tutti gli articoli nel campione per il controllo.

Specifiche del bagno di zincatura

Il bagno di zincatura per immersione a caldo deve innanzitutto contenere zinco fuso. Il totale delle impurezze (che non siano ferro e stagno) nello zinco fuso, non deve essere maggiore dell'1,5% in massa, le impurezze citate sono quelle definite nella ISO 752 oppure nella EN 1179.

Metodi per il controllo dello spessore

Per determinare lo spessore della zincatura esistono metodi non distruttivi e distruttivi. Il metodo non distruttivo più generalmente utilizzato per determinare lo spessore è il metodo magnetico (vedasi EN ISO 2178). In ogni caso, si possono utilizzare altri metodi (per esempio ISO 2808, metodo elettromagnetico). I metodi distruttivi sono: il metodo gravimetrico (vedasi EN ISO 1464), il metodo coulombometrico (vedasi EN ISO 2177) e il metodo microscopico della sezione trasversale (vedasi EN ISO 1464). I metodi distruttivi forniscono la massa di rivestimento per area unitaria espressa in grammi al metro quadrato. Questa può essere convertita in spessore locale [micrometri (μm)] dividendola per la massa volumica nominale del rivestimento ($7,2 \text{ g/cm}^3$). Le masse di rivestimento approssimate corrispondenti agli spessori forniti nel prospetto di Tabella I sono indicate nella Tabella II.

Tabella II

Articolo e suo spessore	Rivestimento locale (minimo)		Rivestimento medio (minimo)	
	g/m ²	μm	g/m ²	μm
Acciaio ≥ 6 mm	505	70	610	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a < 6 mm	395	55	505	70
Acciaio ≥ 1.5 mm fino a < 3 mm	325	45	395	55
Acciaio < 1.5 mm	250	35	325	45
Fusioni di ghisa ≥ 6 mm	505	70	575	80
Fusioni di ghisa < 6 mm	430	60	505	70

Con “massa locale del rivestimento” viene indicato il valore della massa del rivestimento ottenuto tramite una singola prova gravimetrica. Con “massa media del rivestimento” viene indicato il valore medio delle masse del rivestimento determinato sia utilizzando un campione per il controllo selezionato in conformità con quanto indicato nel capitolo successivo, utilizzando le prove in conformità con la EN ISO 1460 o per conversione dello spessore medio del rivestimento.

Campionamento

Da ogni singolo ordine o singolo carico consegnato selezionato per la prova, deve essere prelevato a caso un campione di controllo per la prova dello spessore. Il numero minimo di articoli da ciascun lotto di ispezione che forma il campione per il controllo deve essere conforme al prospetto di Tabella III.

Tabella III

Numero di articoli nel lotto	Numero minimo di articoli nel campione di controllo
Da 1 a 3	Tutti
Da 4 a 500	3
Da 501 a 1200	5
Da 1201 a 3200	8
Da 3201 a 10000	13
> 10000	20

Su ogni articolo devono essere scelte delle “aree di riferimento”; con “area di riferimento” viene indicata l’area entro la quale si deve eseguire uno specifico numero di singole misurazioni. Il numero e la posizione delle aree di riferimento, e la loro dimensione per le prove magnetiche o gravimetriche, devono essere scelti tenendo conto della forma e delle dimensioni dell’(degli) articolo(i), allo scopo di ottenere un risultato che sia il più rappresentativo possibile dello spessore medio del rivestimento, o della massa per unità di area, come più opportuno. Su un articolo lungo, scelto come campione di controllo, le aree di riferimento devono essere scelte approssimativamente a 100 mm da ciascun lato e all’incirca al centro e devono comprendere l’intera sezione trasversale dell’articolo. Il numero di aree di riferimento, dipendente dalle dimensioni dei singoli articoli nel campione di controllo, deve essere il seguente: a) Per articoli con area superficiale significativa maggiore di 2 m² (“grandi articoli”): si devono prendere in considerazione almeno tre aree di riferimento per ogni articolo nel campione di controllo. Su ogni articolo (preso separatamente) nel campione di controllo lo spessore medio del rivestimento, entro le aree di riferimento, deve essere uguale o maggiore dei valori di spessore medio forniti nella Tabella I. b) Per articoli con area superficiale significativa maggiore di 10 000 mm² e fino a 2 m² (compresi): su ciascun articolo del campione di controllo, ci deve essere almeno un’area di riferimento. c) Per gli articoli con area superficiale significativa da 1000 mm² a 10000 mm² (compresi): su ciascun articolo del campione di controllo, ci deve essere almeno un’area di riferimento. d) Per gli articoli con area superficiale significativa minore di 1000 mm² : deve essere raggruppato un numero di articoli sufficienti per formare un’area di riferimento singola di almeno 1 000 mm² . Il numero di aree di riferimento deve essere quello riportato nell’ultima colonna del prospetto di Tabella III . Inoltre, il numero complessivo di articoli sottoposti a prova è uguale al numero di articoli richiesti per fornire un’area di riferimento moltiplicato per il numero appropriato preso dall’ultima colonna nel prospetto di Tabella III, relativa alle dimensioni del lotto (o il numero complessivo di articoli zincati, se questo è minore). In alternativa, si devono utilizzare i procedimenti di campionamento indicati dalla ISO 2859. Nei casi b), c) e d), lo spessore di ciascuna area di riferimento deve essere uguale o maggiore dei valori dello “spessore locale del rivestimento” forniti nel prospetto di Tabella I. Lo spessore medio su tutte le aree di riferimento nel campione deve essere uguale o maggiore dei valori dello spessore medio del rivestimento forniti nel prospetto di Tabella I. Quando lo spessore del rivestimento di zinco è determinato tramite il metodo magnetico, in conformità con la EN ISO 2178, le aree di riferimento devono avere le caratteristiche ed essere rappresentative di quelle che sarebbero state scelte per il metodo gravimetrico. Quando si devono prendere più di cinque articoli per comporre un’area di riferimento di almeno 1000 mm² , si deve prendere una singola misurazione magnetica per ogni articolo, nel caso esista un’area di superficie significativa adatta: in caso contrario, si deve utilizzare la prova gravimetrica. All’interno di ciascuna area di riferimento, che dovrebbe essere di almeno 1 000 mm² , si devono prendere un

minimo di cinque letture per la prova magnetica sulle aree rivestite. Se qualcuna delle singole letture è minore dei valori forniti nel prospetto di Tabella I, ciò è irrilevante, poiché si richiede che solo il valore medio per l'intera area di riferimento sia uguale o maggiore dello spessore locale fornito nel prospetto. Lo spessore medio del rivestimento per tutte le aree di riferimento deve essere calcolato in modo simile, sia per le prove magnetiche sia per le prove gravimetriche (EN ISO 1460). Le misurazioni dello spessore non devono essere prese su superfici tagliate o aree che siano a meno di 10 mm dai bordi, superfici tagliate a fiamma o spigoli. Le prove devono essere effettuate alla presenza della Direzione Lavori con attrezzature e personale qualificato messi a disposizione a cura e onere dell'appaltatore. Le aree interessate da prova verranno definite in accordo con la Direzione Lavori. Dalle prove effettuate dovrà essere steso apposito verbale a firma di laboratorio prove ufficiale che sarà fornito alla Direzione Lavori.

Criteri di accettazione

I campioni sottoposti a prova, in conformità con quanto indicato nel capitolo precedente per il numero appropriato di aree di riferimento, devono avere uno spessore del rivestimento non minore dei valori forniti nel prospetto di Tabella I. Eccetto nei casi di controversie, si devono utilizzare le prove non distruttive, a meno che il committente non accetti specificamente che gli articoli possano essere tagliati per determinare le perdite in massa del rivestimento. Se gli articoli comprendono un numero di spessori di acciaio differenti, ciascun gruppo di spessori deve essere trattato come un articolo separato e si devono applicare i relativi valori nel prospetto di Tabella I.. Se lo spessore del rivestimento in un campione di controllo non è conforme a questi requisiti, un numero doppio di articoli (o tutti gli articoli rimasti, se il numero è minore), deve essere prelevato dal lotto e sottoposto a prova. Se questo campione più grande passa, l'intero lotto di ispezione deve essere accettato. Se il campione più grande non passa il controllo, gli articoli che non sono conformi ai requisiti devono essere scartati, oppure il committente può concedere l'autorizzazione a ripetere la zincatura.

Riparazione

Le aree complessive non rivestite da riparare da parte dello zincatore non devono essere maggiori dello 0,5% dell'area di superficie totale di un componente. Ciascuna area non rivestita da riparare non deve essere maggiore di 10 cm². Se le aree non rivestite sono più grandi, l'articolo contenente tali aree deve essere nuovamente zincato, se non diversamente concordato tra committente e zincatore. La riparazione deve avvenire mediante spruzzatura a caldo di zinco (la EN 22063 è pertinente) o mediante una vernice ricca di zinco, tenendo conto dei limiti pratici di tali sistemi. È inoltre ammesso l'uso di una lega di zinco in barrette. Il committente o l'utilizzatore finale devono essere messi al corrente dallo zincatore circa il metodo di riparazione.

Verniciatura

Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio aventi funzione definitiva dovranno essere protette contro la corrosione mediante cicli di verniciatura definiti nel presente capitolo. Non saranno accettati prodotti verniciati che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'APPALTATORE l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura e umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E' facoltà della Direzione Lavori del Committente rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità. Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'APPALTATORE dovrà consegnare alla Direzione Lavori del Committente campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti il ciclo, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto. Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto. La Direzione Lavori del Committente, a sua cura ed a spese dell' APPALTATORE, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti. Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori del Committente formalizzerà l'autorizzazione all'APPALTATORE all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'APPALTATORE, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'APPALTATORE è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di dieci anni. La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia. Nel detto periodo l'APPALTATORE resta obbligato ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza. Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia superassero il 20% della superficie totale, l'APPALTATORE sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera. L'APPALTATORE è tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le prescrizioni concernenti il trattamento di verniciatura si dovrà fare riferimento e dovrà essere conforme alle norme: UNI EN ISO 12944-1 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-2 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-3 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-4 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-5 Gennaio 2008; UNI EN ISO 12944-6 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-7 Aprile 2001; UNI EN ISO 12944-8 Gennaio 2002;

Classificazione degli ambienti

Le sollecitazioni corrosive alle quali una struttura di acciaio è esposta rappresentano un parametro essenziale per la scelta delle verniciature protettive appropriate in conformità alla ISO 12944-5.

Successivamente verranno indicate sei classi di corrosività atmosferica: C1 molto bassa; C2 bassa; C3 media; C4 alta; C5-I molto alta (industriale); C5-M molto alta (marina); Per determinare la classe di corrosività è fortemente raccomandata l'esposizione di provette di riferimento. Il prospetto di Tabella IV definisce le classi di corrosività in termini di perdita di massa o di spessore subita da queste provette di acciaio e/o di zinco dopo il primo anno di esposizione. Per i dettagli sulle provette e sul loro trattamento prima dell'esposizione vedere ISO 9226. Estrapolare all'anno le perdite di massa o di spessore determinate per tempi di esposizione più brevi, oppure più lunghi, non fornisce risultati affidabili e pertanto non è ammesso. Le perdite di massa o di spessore determinate sulle provette di acciaio oppure di zinco possono talvolta indicare una diversa classificazione. In questi casi vale la classe di corrosività più alta. Se non è possibile esporre provette di riferimento nell'ambiente di effettivo interesse, la classe di corrosività può essere stimata semplicemente considerando gli esempi di ambienti tipici riportati nel prospetto di Tabella IV. (Questi esempi sono informativi e talvolta possono essere fuorvianti. Solo le effettive misurazioni della perdita di massa o di spessore forniscono la corretta classificazione).

Tabella IV - Classi di corrosività atmosferica ed esempi di ambienti tipici

Classe di corrosività	Perdita di massa per unità di superficie/perdita di spessore (dopo il primo anno di esposizione)				Esempi di ambienti tipici in un clima temperato (a titolo informativo)	
	Acciaio a basso tenore di carbonio		Zinco		All'esterno	All'interno
	Perdita di massa g/m ²	Perdita di spessore µm	Perdita di massa g/m ²	Perdita di spessore µm		
C1 molto bassa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edificio riscaldato con atmosfera pulita, per esempio uffici, negozi, scuole, alberghi.
C2 bassa	da > 10 a 200	da > 1,3 a 25	da > 0,7 a 5	da > 0,1 a 0,7	Ambienti con basso livello di inquinamento. Soprattutto aree naturali.	Edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa, per esempio depositi, locali sportivi.
C3 media	da > 200 a 400	da > 25 a 50	da > 5 a 15	da > 0,7 a 2,1	Ambienti urbani e industriali, modesto inquinamento da anidride solforosa. Zone costiere con bassa salinità.	Locali di produzione con alta umidità e un certo inquinamento atmosferico, per esempio industrie alimentari, lavanderie, birrerie, caseifici.
C4 alta	da > 400 a 650	da > 50 a 80	da > 15 a 30	da > 2,1 a 4,2	Aree industriali e zone costiere con moderata salinità.	Impianti chimici, piscine, cantieri costieri per imbarcazioni.
C5-I molto alta (industriale)	da > 650 a 1 500	da > 80 a 200	da > 30 a 60	da > 4,2 a 8,4	Aree industriali con alta umidità e atmosfera aggressiva.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinamento.
C5-M molto alta (marina)	da > 650 a 1 500	da > 80 a 200	da > 30 a 60	da > 4,2 a 8,4	Zone costiere e offshore con alta salinità.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinamento.

Nota 1 - I valori delle perdite utilizzati per le classi di corrosività sono identici a quelli indicati nella ISO 9223.

Nota 2 - Nelle aree costiere, in zone calde e umide, le perdite di spessore possono superare i limiti della classe C5-M. Pertanto occorre prendere precauzioni particolari nella scelta della verniciatura protettiva per le strutture situate in queste aree.

Preparazione della superficie

Prima della verniciatura la superficie dovrà essere preparata, l'obiettivo principale della preparazione della superficie è rimuovere il materiale dannoso e ottenere una superficie che permetta una soddisfacente adesione all'acciaio del primo strato di pittura. Inoltre questa preparazione contribuisce a ridurre la quantità dei contaminanti che possono provocare corrosione. Per scegliere il metodo di preparazione della superficie, è necessario tenere conto del grado di preparazione richiesto per ottenere un determinato livello di pulitura e, se richiesto, un profilo di superficie (rugosità) appropriato al sistema di rivestimento da applicare alla superficie di acciaio. I metodi di preparazione della superficie sono i seguenti: Pulitura con acqua o solventi e pulitura chimica; Pulitura meccanica compresa la sabbiatura; Pulitura alla fiamma; Per le modalità di pulitura sopra elencate si veda la norma UNI EN ISO 12944-4. Se il grado di preparazione specificato non è stato ottenuto con il metodo di preparazione scelto o se lo stato della superficie preparata è cambiato prima dell'applicazione del ciclo di verniciatura, si devono ripetere quelle fasi del procedimento che permettono di ottenere il grado di preparazione specificato.

GRADO DI PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE

Vi sono due tipi di preparazione delle superfici: - La preparazione primaria (totale) della superficie (preparazione di tutta la superficie fino all'acciaio nudo): Questo tipo di preparazione serve ad eliminare la calamina, la ruggine, i

rivestimenti esistenti e i contaminanti. Dopo la preparazione primaria l'intera superficie consiste di acciaio nudo. Gradi di preparazione: Sa, St, Fl e Be.

- La preparazione secondaria (parziale) della superficie (conservando le parti sane dei rivestimenti organici e metallici): Questo tipo di preparazione della superficie serve ad eliminare la ruggine e i contaminanti, lasciando intatti i rivestimenti di pitture o metallici. Gradi di preparazione: P Sa, P St e P Ma. I gradi di preparazione sono elencati nelle due tabelle seguenti.

Tabella VI - Gradi normalizzati per preparazione primaria (totale) della superficie

Grado normalizzato di preparazione ¹⁾	Metodo di preparazione della superficie	Esempi fotografici rappresentativi nella ISO 8501-1 ²⁾³⁾⁴⁾	Caratteristiche essenziali delle superfici preparate Per ulteriori dettagli, compreso il trattamento prima e dopo la preparazione della superficie (colonna 2), vedere ISO 8501-1	Campo di applicazione
Sa 1	Sabbatura (6.2.3)	B Sa 1 C Sa 1 D Sa 1	Rimozione solo di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei poco aderenti ⁵⁾ .	Preparazione della superficie di: a) superfici di acciaio non rivestite; b) superfici di acciaio rivestite, se i rivestimenti sono rimossi in misura tale da raggiungere il grado di preparazione specificato ⁶⁾ .
Sa 2		B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2	Rimozione della maggior parte di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei. Ogni contaminazione residua deve essere ben aderente.	
Sa 2½		A Sa 2½ B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½	Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei. Ogni traccia residua di contaminazione deve presentarsi solo come macchia leggera in forma di punti o strisce.	
Sa 3 ⁷⁾		A Sa 3 B Sa 3 C Sa 3 D Sa 3	Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei. La superficie deve avere un colore metallico uniforme.	
St 2	Pulitura con utensili manuali o meccanici (6.2.1, 6.2.2)	B St 2 C St 2 D St 2	Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei poco aderenti ⁵⁾ .	
St 3		B St 3 C St 3 D St 3	Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei poco aderenti ⁵⁾ . Comunque la superficie deve essere trattata molto più a fondo che per St 2, fino a presentare un riflesso metallico dovuto al substrato metallico.	
Fl	Pulitura alla fiamma (6.3)	A Fl B Fl C Fl D Fl	Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei. Ogni residuo deve presentarsi solo come uno scolorimento della superficie (ombre di diversi colori).	⁶⁾
Be	Decapaggio acido (6.1.8)		Rimozione completa di calamina, ruggine e residui di verniciature. La verniciatura deve essere rimossa con mezzi idonei prima del decapaggio acido.	Prima della zincatura a caldo, per esempio.
<p>1) Legenda dei simboli usati: Sa = sabbatura (ISO 8501-1) St = pulitura mediante utensili manuali o meccanici (ISO 8501-1) Fl = pulitura alla fiamma (ISO 8501-1) Be = decapaggio acido</p> <p>2) A, B, C e D sono le condizioni iniziali delle superfici di acciaio non rivestite (vedere ISO 8501-1).</p> <p>3) Gli esempi fotografici rappresentativi mostrano unicamente superfici o zone di superfici che non erano mai state rivestite.</p> <p>4) Nel caso di superfici di acciaio con rivestimenti metallici verniciati o non verniciati può essere concordata una analoga indicazione di certi gradi normalizzati di preparazione, purché siano tecnicamente realizzabili nelle condizioni date.</p> <p>5) La calamina è considerata poco aderente se può essere rimossa per sollevamento con una spatola per stucco.</p> <p>6) I fattori che influenzano la valutazione devono essere oggetto di particolare attenzione.</p> <p>7) Questo grado di preparazione della superficie può essere ottenuto e mantenuto solo in determinate condizioni, che non è possibile realizzare in loco.</p>				

Tabella VII - Gradi normalizzati di preparazione secondaria (parziale) della superficie

Grado normalizzato di preparazione ¹⁾	Metodo di preparazione della superficie	Esempi fotografici rappresentativi nella ISO 8501-1 o ISO 8501-2 ^{2) 4) 8)}	Caratteristiche essenziali delle superfici preparate Per ulteriori dettagli, compreso il trattamento prima e dopo la preparazione della superficie (colonna 2), vedere ISO 8501-2	Campo di applicazione
P Sa 2 ³⁾	Sabbatura localizzata	B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2 (validi per le parti non rivestite della superficie)	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di rivestimenti non aderenti, della maggior parte di calamina, ruggine e materiali estranei dalla superficie delle altre parti. Ogni contaminazione residua deve essere ben aderente.	Preparazione delle superfici di acciaio rivestite sulle quali rimangono dei rivestimenti ⁷⁾ .
P Sa 2½ ³⁾		B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½ (validi per le parti non rivestite della superficie)	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di rivestimenti non aderenti, di calamina, ruggine e materiali estranei dalla superficie delle altre parti. Ogni traccia residua di contaminazione deve presentarsi solo come macchia leggera in forma di punti o strisce.	
P Sa 3 ^{3) 8)}		C Sa 3 D Sa 3 (validi per le parti non rivestite della superficie)	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di rivestimenti non aderenti, di calamina, ruggine e materiali estranei dalla superficie delle altre parti. La superficie deve avere un colore metallico uniforme.	
P Ma ⁵⁾	Abrasione meccanica localizzata	P Ma	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di rivestimenti non aderenti, di calamina, ruggine e materiali estranei dalla superficie delle altre parti. Ogni traccia residua di contaminazione deve presentarsi solo come macchia leggera in forma di punti o strisce.	
P St 2 ³⁾	Pulitura localizzata con utensili manuali o meccanici	C St 2 D St 2	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di calamina, ruggine e materiali estranei poco aderenti dalla superficie delle altre parti.	
P St 3 ³⁾		C St 3 D St 3	I rivestimenti ben aderenti devono rimanere intatti ⁶⁾ . Rimozione di calamina, ruggine, rivestimenti e materiali estranei poco aderenti dalla superficie delle altre parti. Comunque la superficie deve essere trattata molto più a fondo che per P St 2, fino a presentare un riflesso metallico dovuto al substrato metallico.	

Note al prospetto precedente:

1) Legenda dei simboli usati:

P Sa = sabbatura localizzata di superfici precedentemente rivestite (ISO 8501-2)

P St = pulitura localizzata con utensili manuali o meccanici di superfici precedentemente rivestite (ISO 8501-2)

P Ma = abrasione meccanica localizzata di superfici precedentemente rivestite (ISO 8501-2).

2) Nel caso di superfici di acciaio con rivestimenti metallici verniciati o non verniciati può essere concordata un'analoga applicazione di certi gradi normalizzati di preparazione, purché siano tecnicamente realizzabili nelle condizioni date.

3) P è usato come lettera-codice per il grado di preparazione nel caso delle superfici precedentemente rivestite con rivestimenti ben aderenti che possono essere conservati. Le principali caratteristiche di ciascuna delle due zone di superficie preparate, quella con il rivestimento ben aderente e quella senza alcun residuo di rivestimento, sono specificate separatamente nella colonna appropriata. I gradi P si riferiscono sempre a tutta la superficie da rivestire e non solo alle zone di superficie che dopo la preparazione della superficie sono prive di rivestimento. Per quanto riguarda il trattamento dei rivestimenti rimasti, vedere ISO 8501- 2:1994, punto 4.5.

4) Non esistono riferimenti fotografici specifici per i gradi P, perché l'aspetto della superficie totale così preparata è significativamente influenzata dal tipo di rivestimento esistente e dal suo stato. Per le zone di superficie senza rivestimenti si usano gli esempi fotografici forniti per i corrispondenti gradi senza la P. Come ulteriore chiarimento dei gradi P, la ISO 8501-2 presenta diversi esempi fotografici di queste superfici prima e dopo il trattamento. Nel caso dei gradi P Sa 2, P St 2 e P St 3, per i quali non esistono fotografie disponibili, l'aspetto dei rivestimenti rimasti è analogo a quello di grado P Sa 22 o P Ma.

5) I rivestimenti sono considerati ben aderenti se non possono essere rimossi sollevandoli con una spatola da stucco.

6) I fattori che influenzano la valutazione devono essere oggetto di particolare attenzione.

7) Dovrebbero essere preferibilmente conosciute le seguenti informazioni sul rivestimento esistente: a) il tipo del rivestimento di pitture (per esempio tipo di legante e di pigmento) o del rivestimento metallico, come pure il suo spessore approssimato e la data della sua applicazione; b) il grado di arrugginimento come definito nella ISO 4628-3, con i dettagli sulla corrosione sotto-pellicolare, se necessario; c) il grado di vescicamento, come definito nella ISO 4628-2; d) informazioni supplementari riguardanti per esempio l'aderenza (per esempio dopo le prove descritte nella ISO 2409), la screpolatura (ISO 4628-4), lo sfogliamento (ISO 4628-5), i contaminanti chimici o di altro tipo, e ogni altro dettaglio importante. La verifica della compatibilità del rivestimento previsto con i rivestimenti esistenti o loro residui è parte integrante del progetto di verniciatura.

8) Questo grado di preparazione della superficie può essere ottenuto e mantenuto solo in determinate condizioni, che non è possibile realizzare in loco.

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI ZINCATE PER IMMERSIONE A CALDO

Superfici non esposte agli agenti atmosferici Le zone difettose o danneggiate della zincatura devono essere riparate in modo che ne sia ripristinato il potere protettivo. I contaminanti delle superfici zincate a caldo, non

esposte agli agenti atmosferici, come per esempio grasso, olio, residui di liquido fondente o di materiali per marcare, devono essere eliminati. Il rivestimento di zinco può essere trattato con una sabbiatura di spazzolatura usando un abrasivo non metallico. Qualsiasi altro tipo di trattamento deve essere conforme alla specifica. Dopo la sabbiatura di spazzolatura, il rivestimento di zinco deve essere continuo ed esente da danneggiamenti meccanici. Le superfici zincate devono essere esenti da contaminanti aderenti o inglobati, che potrebbero diminuire la durabilità del rivestimento di zinco e per conseguenza della verniciatura successivamente applicata. Esempi di irregolarità nel rivestimento di zinco sono: - zone di sovrasspessore; - fori di spillo; - mancanza di aderenza fra lo zinco e l'acciaio; - gocciolature di zinco; - cenere di zinco. Dopo la sabbiatura di spazzolatura la superficie deve avere un aspetto uniforme e opaco. La rugosità superficiale e la perdita massima di zinco devono essere concordate fra le parti interessate. Superfici esposte agli agenti atmosferici Sulle superfici zincate a caldo esposte agli agenti atmosferici si formano prodotti di corrosione dello zinco (ruggine bianca) e i contaminanti possono accumularsi. Queste superfici devono essere preparate con metodi idonei scelti in base alla natura e alla quantità dei contaminanti. I prodotti di ossidazione, certi sali e alcuni altri contaminanti possono essere rimossi per lavaggio con acqua dolce addizionata di detergente e utilizzando tamponi abrasivi, seguito da un accurato lavaggio con acqua calda. In alternativa, può essere idoneo l'uso di acqua calda o di acqua sotto pressione, la pulitura con vapore, una sabbiatura di spazzolatura o una pulitura con utensili manuali o meccanici.

VALUTAZIONE DELLE SUPERFICI PREPARATE

Dopo il procedimento di preparazione della superficie (pulitura) come specificato, le superfici preparate devono essere valutate come descritto nella ISO 8501-1 o nella ISO 8501-2: ossia la pulizia è valutata soltanto in base all'aspetto della superficie. In molti casi questo sistema è sufficiente per lo scopo, ma per rivestimenti che possono essere esposti ad ambienti severi, come una immersione in acqua o una condensa continua, occorre prendere in considerazione prove che permettano di ricercare sulla superficie visivamente pulita sali solubili ed altri contaminanti non visibili, utilizzando i metodi fisici e chimici descritti nelle diverse parti della ISO 8502.

TIPI DI PITTURE

Successivamente si elencano una serie di sistemi di verniciatura largamente usati per la protezione delle strutture di acciaio alla corrosione. I leganti tipici di queste pitture sono citati successivamente.

PITTURE ESSICCANTI AD ARIA

Il film indurisce per l'evaporazione dei solventi organici o dell'acqua, seguita da una reazione del legante con l'ossigeno dell'aria. I principali tipi di leganti sono: - gli alchidici; - gli alchidici uretanici; - gli esteri epossidici. Il tempo di essiccazione dipende, fra l'altro, dalla temperatura. La reazione con l'ossigeno può avvenire anche a 0 °C, tuttavia alle temperature basse è molto più lenta.

PITTURE AD ESSICCAZIONE FISICA

Queste pitture possono essere in solvente o in acqua.

PITTURE IN SOLVENTE

Il film essicca per evaporazione dei solventi. Il processo è reversibile, ossia il film secco rimane solubile nei suoi solventi originali. I principali tipi di leganti sono: - clorocaucciù; - copolimeri del cloruro di vinile (noti anche come PVC); - resine acriliche; - bitume. Il tempo di essiccazione dipende, fra l'altro, dalla ventilazione e dalla temperatura. L'essiccazione può aver luogo anche a 0 °C, tuttavia alle temperature basse è molto più lenta.

PITTURE ALL'ACQUA

In queste pitture il legante è disperso in acqua. Il film indurisce per evaporazione dell'acqua e per l'aggregarsi delle particelle del legante disperso in un film continuo (coalescenza). Il processo non è reversibile, cioè questo rivestimento non è ridispersibile in acqua dopo l'essiccazione. I principali tipi di leganti sono: - dispersioni acriliche; - dispersioni viniliche; - dispersioni poliuretaniche. Il tempo di essiccazione dipende, fra l'altro, dalla ventilazione, dall'umidità relativa e dalla temperatura. L'essiccazione può aver luogo anche a +3 °C, tuttavia alle temperature basse è molto più lenta.

PITTURE A INDURIMENTO CHIMICO

In genere questo tipo di pitture è formato da un componente base e da un agente indurente. Il film essicca per evaporazione dei solventi, se presenti, e successiva reazione chimica fra la base e l'indurente. Si utilizzano i tipi citati nei capitoli seguenti.

PITTURE EPOSSIDICHE BICOMPONENTI

Componente base I leganti nel componente base sono polimeri che hanno gruppi epossidici che reagiscono con gli appropriati agenti indurenti. I principali tipi di leganti sono: - epossidici; - epossi-vinilici/epossi-acrilici; - combinazioni epossidiche (per esempio epossi-idrocarboniche o epossi-catrame). Possono essere formulati in

solvente, in acqua o senza solventi. Le pitture epossidiche sfarinano se esposte alla luce del sole. Se è richiesta una buona ritenzione del colore o della brillantezza, lo strato di finitura dovrebbe essere un poliuretano alifatico (4.2.5.3.2) o un prodotto ad essiccazione fisica (4.2.5.2). Agente indurente Gli indurenti più comunemente usati sono le poliamminoammine (poliammine), le poliamminoammidi (poliammidi) o loro addotti. Le poliammidi sono le più adatte per gli strati di fondo per le loro buone proprietà di bagnamento. Le poliammine portano a rivestimenti che generalmente offrono una migliore resistenza agli agenti chimici. L'indurimento non richiede esposizione all'aria. Tuttavia il tempo di essiccazione è influenzato, fra l'altro, dalla ventilazione e dalla temperatura. La reazione di indurimento può aver luogo anche a +5 °C.

POLIURETANI BICOMPONENTI

Componente base I leganti sono polimeri con gruppi ossidrilici liberi, che reagiscono con appropriati agenti indurenti. Possono essere formulati in solvente o senza solventi. I principali tipi di leganti sono: - poliesteri; - acrilati; - epossidici; - polieteri; - resine fluorurate. Agente indurente Gli indurenti più comunemente utilizzati sono i poliisocianati aromatici o alifatici. La persistenza della brillantezza e del colore dei prodotti induriti con i poliisocianati alifatici è eccellente, se combinati con un tipo di componente base idoneo. Come indurenti, i poliisocianati aromatici permettono una essiccazione più rapida, ma sono meno adatti all'esposizione all'esterno, perché tendono a sfarinare e a scolorire più rapidamente. L'indurimento non richiede l'esposizione all'aria. Tuttavia il tempo di essiccazione è influenzato, tra l'altro, dalla ventilazione e dalla temperatura. La reazione di indurimento può aver luogo anche a 0 °C, ed anche meno, ma l'umidità relativa dovrebbe essere mantenuta nell'intervallo raccomandato dal produttore della pittura, per evitare la formazione di bolle e di fori di spillo.

PITTURE CHE INDURISCONO CON L'UMIDITÀ

Il film essicca per evaporazione dei solventi. Indurisce per reazione chimica con l'umidità dell'aria. I principali tipi di leganti sono: - poliuretani (monocomponenti); - alchil-silicati, per esempio; - silicato di etile (bicomponente); - silicato di etile (monocomponente). Il tempo di essiccazione dipende, fra l'altro, dalla temperatura, dalla ventilazione, dall'umidità e dallo spessore del film. La reazione di indurimento può aver luogo anche a 0 °C, ed anche meno, a condizione che l'aria mantenga un certo tasso di umidità. L'indurimento è tanto più lento quanto più è bassa l'umidità. Per evitare formazione di bolle, fori di spillo, sfogliamenti, ecc. nel rivestimento, è importante seguire le istruzioni del produttore sui limiti dell'umidità, dell'umidità relativa, dello spessore del film umido e secco.

TIPICI DI PRIMER

I prospetti da Tabella VIII a Tabella XIV forniscono informazioni sui tipi di primer da impiegare, e indicano se il primer è uno zincante o è basato su altri pigmenti. Per i primer zincanti, il contenuto minimo di zinco in polvere sulla parte non volatile della pittura deve essere l'80% in massa (m/m), sia per i leganti organici che inorganici. Questo è un dato di base per le durabilità indicate nei prospetti da Tabella VIII a Tabella XIII per i sistemi di verniciatura con primer zincanti. Lo zinco in polvere deve soddisfare i requisiti specificati nella ISO 3549. Nella ASTM D 2371-85, Standard Test Method for Pigment Content of Solvent Reducible Paints, è descritto un metodo per la determinazione del contenuto in zinco in polvere nella parte non volatile delle pitture. Un contenuto più alto di zinco in polvere in genere migliora la durabilità del sistema di verniciatura.

SISTEMI DI VERNICIATURE

I prospetti riportati nelle tabelle seguenti forniscono esempi di sistemi di verniciatura possibili per diversi ambienti. Le pitture impiegate per tutti questi sistemi devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni corrosive più forti della classe di corrosività o di immersione interessata. Gli spessori dei film indicati nei prospetti seguenti sono gli spessori nominali dei film secchi. Gli spessori dei film secchi sono generalmente controllati sul sistema completo di verniciatura. Se necessario, lo spessore del film secco dello strato di fondo o di altre parti del sistema di verniciatura può essere misurato separatamente. La rugosità della superficie di acciaio ha un'influenza differente sulla misura in funzione della taratura dello strumento, del metodo di misurazione e dello spessore del film. La ISO 2808 descrive i metodi per misurare lo spessore del film. Se non diversamente concordato, in nessun punto lo spessore del film secco deve essere minore dell'80% dello spessore nominale. Se non diversamente concordato, valori compresi fra l'80% e il 100% dello spessore nominale del film secco sono accettabili purché la media aritmetica totale sia uguale o maggiore dello spessore nominale. Si deve fare attenzione a raggiungere lo spessore nominale del film secco e ad evitare zone di sovrasspessore. Si raccomanda che lo spessore massimo del film secco non sia maggiore di 3 volte lo spessore nominale. Il numero di strati e gli spessori del film secco citati nei prospetti seguenti presuppongono l'impiego dell'applicazione senza aria. L'applicazione a rullo, a pennello o a spruzzo convenzionale produce del film secco di spessore minore, ed è necessario un maggior numero di strati per ottenere una verniciatura di uguale spessore del film secco.

Tabella VIII - Sistemi di verniciatura per la classe di corrosività C2

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso lo/gli strato/i intermedio/i			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)			
	St 2	Sa 2½	Legante ⁶⁾	Tipo di primer ³⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁶⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta	
S2.01	x		AK	Misc.	1	40	AK	1	40	2	80				
S2.02		x			1	40		1	40	2	80				
S2.03	x				2	80		1	40	3	120				
S2.04		x			1-2	80		1	40	2-3	120				
S2.05	x				2	80		1-2	80	3-4	160				
S2.06		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160				
S2.07	x				1-2	80		2-3	120	3-5	200				
S2.08		x			1-2	100	-	-	-	1-2	100				
S2.09	x				2	80	AY, CR, PVC ⁴⁾	1-2	80	3-4	160				
S2.10		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160				
S2.11		x	AY	Zn (R)	1-2	100	-	-	-	1-2	100				
S2.12		x			1	80	AY	1	40	2	120				
S2.13	x		AY, CR, PVC		2	80	AY, CR, PVC	1-2	80	3-4	160				
S2.14		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160				
S2.15		x	EP		1-2	80	EP, PUR ⁵⁾	1	40	2-3	120				
S2.16		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160				
S2.17		x	EP, PUR		1-2	80	-	-	-	1-2	80				
S2.18		x	ESI		1	80	-	-	-	1	80				
Leganti per lo/gli strato/i di fondo			Pitture (liquide)			Leganti per lo/gli strato/i di finitura						Pitture (liquide)			
			N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili							N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili	
			Mono-componente	Bicomponente					Mono-componente	Bicomponente					
AK = Alchidico			x		x		AK = Alchidico			x		x			
CR = Clorocaucciù			x				CR = Clorocaucciù			x					
AY = Acrilico			x		x		AY = Acrilico			x		x			
PVC = Polivinil cloruro			x				PVC = Polivinil cloruro			x					
EP = Epossidico				x	x		EP = Epossidico				x	x			
ESI = Silicato di etile			x	x			PUR = Poliuretano			x	x				
PUR = Poliuretano			x												

1) Per St 2, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento C come definito nella ISO 8501-1. Per Sa 2½, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1.

2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi.

3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.

4) Si raccomanda di verificare la compatibilità con il produttore della pittura.

5) Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico.

6) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.

Tabella IX - Sistemi di verniciatura per la classe di corrosività C3

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compresi lo/gli strato/i intermedio/i			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)				
	St 2	Sa 2½	Legante ²⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta		
S3.01	x		AK	Misc.	2	80	AK	1	40	3	120					
S3.02		x			1-2	80		1	40	2-3	120					
S3.03	x				2	80		1-2	80	3-4	160					
S3.04		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160					
S3.05	x				1-2	80		2-3	120	3-5	200					
S3.06		x			1-2	80		2-3	120	3-5	200					
S3.07		x			AY, CR, PVC ⁴⁾		1-2	80	AY, CR, PVC ⁴⁾	2-3	120	3-5	200			
S3.08		x					1-2	80		2-3	160	3-5	240			
S3.09		x					BIT ⁴⁾	1-2	80	2	160	3-4	240			
S3.10		x						1-2	80	2	160	3-4	240			
S3.11	x		AY, CR, PVC				2	80	AY, CR, PVC	1-2	80	3-4	160			
S3.12		x					1-2	80		1-2	80	2-4	160			
S3.13		x					1-2	80		2-3	120	3-5	200			
S3.14		x					1-2	80		2-3	160	3-5	240			
S3.15		x	EP				1	160	AY, EP, PUR ⁴⁾	1	40	2	200			
S3.16		x					1-2	80		1	40	2-3	120			
S3.17		x			1-2	80	1-2	80		2-4	160					
S3.18		x			1-2	80	2-3	120		3-5	200					
S3.19		x			1-2	80	2-3	160		3-5	240					
S3.20		x	EP, PUR	Zn (R)	1-2	80	-	-	-	1-2	80					
S3.21		x	EP, PUR ⁴⁾		1	40	EP, PUR ⁴⁾	1-2	120	2-3	160					
S3.22		x			1	40		2-3	160	3-4	200					
S3.23		x			1	40	AY, CR, PVC	1-2	120	2-3	160					
S3.24		x			1	40		2-3	160	3-4	200					
S3.25		x	ES ¹⁾			1	80	-	-	-	1	80				
S3.26		x				1	80	AY, CR, PVC	1-2	80	2-3	160				
S3.27		x				1	80		2-3	120	3-4	200				
S3.28		x				1	80	EP, PUR ⁴⁾	1-2	80	2-3	160				
S3.29		x				1	80		2-3	120	3-4	200				
Leganti per lo/gli strato/i di fondo			Pitture (liquide)				Leganti per lo/gli strato/i di finitura					Pitture (liquide)				
			N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili							N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili		
			Mono-componente	Bicomponente								Mono-componente	Bicomponente			
AK = Alchidico			x		x		AK = Alchidico					x		x		
CR = Clorocaucciù			x				CR = Clorocaucciù					x				

Tabella X - sistemi di verniciatura per classi di corrosività C4

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compresi lo/gli strato/i intermedio/i			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)			
	St 2	Sa 2½	Legante ⁶⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁶⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta	
S4.01		x	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-3	120	3-5	200				
S4.02		x				1-2	80	BIT ⁴⁾	2	160	3-4	240			
S4.03		x				1-2	80			2-3	200	3-5	280		
S4.04		x				1-2	80	AY, CR, PVC ⁴⁾	2-3	120	3-5	200			
S4.05		x				1-2	80			2-3	160	3-5	240		
S4.06		x	AY, CR, PVC		1-2	80	BIT ⁴⁾	2	160	3-4	240				
S4.07		x			1-2	80			2-3	200	3-5	280			
S4.08		x			1-2	80	AY, CR, PVC	2-3	120	3-5	200				
S4.09		x			1-2	80			2-3	160	3-5	240			
S4.10		x		EP		1		160		1	40	2	200		
S4.11		x			1	160		1	120	2	280				
S4.12		x			1-2	80	EP, PUR ⁵⁾	2-3	120	3-5	200				
S4.13		x			1-2	80			2-3	160	3-5	240			
S4.14		x			1-2	80			2-3	200	3-5	280			
S4.15		x		1-2	80			3-4	240	4-6	320				

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso/i lo/gli strato/i intermedio/i			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)		
	St 2	Sa 2 1/2	Legante ⁶⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁶⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta
S4.16		x	EP, PUR ⁵⁾	Zn (R)	1	40	AY, CR, PVC	1-2	120	2-3	160			
S4.17		x			1	40		2-3	160	3-4	200			
S4.18		x			1	40		2-3	200	3-4	240			
S4.19		x			1	40	EP, PUR ⁵⁾	1-2	120	2-3	160			
S4.20		x			1	40		2-3	160	3-4	200			
S4.21		x			1	40		2-3	200	3-4	240			
S4.22		x			1	40		2-3	240	3-4	280			
S4.23		x			1	40		3-4	280	4-5	320			
S4.24		x	ESI ⁷⁾		1	80	-	-	-	1	80			
S4.25		x			1	80	AY, CR, PVC	1-2	80	2-3	160			
S4.26		x			1	80		2-3	120	3-4	200			
S4.27		x			1	80		2-3	160	3-4	240			
S4.28		x			1	80	EP, PUR ⁵⁾	1-2	80	2-3	160			
S4.29		x			1	80		2-3	120	3-4	200			
S4.30		x			1	80		2-3	160	3-4	240			
S4.31		x			1	80		2-3	200	3-4	280			
S4.32		x			1	80		3-4	240	4-5	320			
Leganti per lo/gli strato/i di fondo					Pitture (liquide)			Leganti per lo/gli strato/i di finitura					Pitture (liquide)	
			N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili						N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili	
			Mono-componente	Bicomponente							Mono-componente	Bicomponente		
AK = Alchidico			x		x	AK = Alchidico					x		x	
CR = Clorocaucciù			x			CR = Clorocaucciù					x			
AY = Acrilico			x		x	PVC = Polivinil cloruro					x			
EP = Epossidico				x	x	AY = Acrilico					x		x	
ESI = Silicato di etile			x	x		BIT = Bitume					x			
PUR = Poliuretano			x			EP = Epossidico						x	x	
						PUR = Poliuretano					x	x		
1) Per Sa 2 1/2, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1. 2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi. 3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli. 4) Si raccomanda di verificare la compatibilità con il produttore della pittura. 5) Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico. 6) E' anche possibile lavorare con un NDFT di 80 µm, purché il fondo zincante EP o PUR sia idoneo per questo NDFT. In questo caso il NDFT del sistema completo di verniciatura può essere regolato con gli strati successivi. 7) Si raccomanda di utilizzare uno degli strati intermedi come strato di collegamento. 8) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.														

Tabella XI - Sistemi di verniciatura per classi di corrosività C5-I

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso/i lo/i strato/i intermedio/i				Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)		
	St 2	Sa 2½	Legante ²⁾	Tipo di primer ³⁾	Numero di strati	NDFT ⁴⁾ µm	Legante ²⁾	Numero di strati	NDFT ⁴⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ⁵⁾ µm	Bassa	Media	Alta	
S6.01		x	CR	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC	2	120	3-4	200				
S6.02		x	EP, PUR		2	120		1-2	80	3-4	200				
S6.03		x			1	80		EP, PUR ⁶⁾	3	200	4	280			
S6.04		x			1-2	80			3-4	240	4-6	320			
S6.05		x	EP, PUR ⁶⁾	Zn (R)	1	40		2	120	3	160				
S6.06		x			1	40		3	200	4	240				
S6.07		x	ES ⁶⁾		1	80		AY, CR, PVC	3	200	4	280			
S6.08		x			1	80		EP, PUR ⁶⁾	2-4	240	3-5	320			
S6.09		x		1	80	2-4	160		3-5	240					
S6.10		x		1	80		3	200	4	280					
S6.11		x		1	80		AY, CR, PVC	4	240	5	320				
Leganti per lo/i strato/i di fondo			Pitture (liquide)				Leganti per lo/i strato/i di finitura					Pitture (liquide)			
			N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili							N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili	
			Mono-componente									Mono-componente			
			Bicomponente									Bicomponente			
CR = Clorocaucciù			x				CR = Clorocaucciù					x			
EP = Epossidico					x	x	AY = Acrilico					x		x	
ESI = Silicato di etile			x		x		PVC = Polivinil cloruro					x			
PUR = Poliuretano			x				EP = Epossidico							x	x
							PUR = Poliuretano					x		x	

1) Per Sa 2½, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1.

2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi

3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.

4) Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico.

5) E' anche possibile lavorare con un NDFT di 80 µm, purché il fondo zincante EP o PUR scelto sia idoneo per questo NDFT. In questo caso il NDFT del sistema completo di verniciatura può essere regolato con gli strati successivi.

6) Si raccomanda di utilizzare uno degli strati intermedi come strato di collegamento.

7) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso/i lo/gli strato/i intermedio/i				Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)		
	St 2	Sa 2½	Legante ¹⁰⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ¹⁰⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta	
S7.01		x	CR	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC	2	120	3-4	200				
S7.02		x	EP, PUR		1	80	EP, PUR ⁴⁾	2	120	3	200				
S7.03		x			1	150		1	150	2	300				
S7.04		x			1-2	80		3-4	240	4-6	320				
S7.05		x			1	400	-	-	-	1	400				
S7.06		x			1	250	EP, PUR ⁴⁾	1	250	2	500				
S7.07		x	EP, PUR ⁵⁾	Zn (R)	1	40		3	200	4	240				
S7.08		x			1	40	EP + CR ⁶⁾	2	200	3	240				
S7.09		x			1	40	EP, PUR ⁴⁾	3-4	280	4-5	320				
S7.10		x			1	40	CTV ⁶⁾	3	360	4	400				
S7.11		x			1	40	CTE ⁶⁾	3	360	4	400				
S7.12		x	ESi ⁶⁾		1	80	EP, PUR ⁴⁾	2-4	160	3-5	240				
S7.13		x			1	80	EP + CTE ⁶⁾	2	200	3	280				
S7.14		x			1	80	EP, PUR ⁴⁾	2-4	240	3-5	320				
S7.15		x	CTV ⁶⁾	Al ⁷⁾	1	100	CTV ⁶⁾	2	200	3	300				
S7.16		x	CTE ⁶⁾	Misc.	1	100	CTE ⁶⁾	2	200	3	300				
Leganti per lo/gli strato/i di fondo			Pitture (liquide)				Leganti per lo/gli strato/i di finitura					Pitture (liquide)			
			N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili							N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili	
			Mono-componente	Bicomponente								Mono-componente	Bicomponente		
CR = Clorocaucciù				x			CR = Clorocaucciù					x			
EP = Epossidico					x	x	PVC = Polivinil cloruro					x			
ESi = Silicato di etile				x	x		EP = Epossidico						x	x	
PUR = Poliuretano				x			PUR = Poliuretano					x	x		
CTV = Vinil-catrame				x			CTV = Vinil-catrame					x			
CTE = Catrame epossidico					x		CTE = Catrame epossidico						x		
							AY = Acrilico					x		x	
1) Per Sa 2½, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1.															
2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi.															
3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.															
4) Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico.															
5) È anche possibile lavorare con un NDFT di 80 µm, purché il fondo zincante EP o PUR sia idoneo per questo NDFT. In questo caso il NDFT del sistema completo di verniciatura può essere regolato con gli strati successivi.															
6) Si raccomanda di utilizzare uno degli strati intermedi come strato di collegamento.															
7) Al = Fondo pigmentato con alluminio.															
8) Sono disponibili alternative al catrame.															
9) La prima abbreviazione si riferisce allo strato intermedio e la seconda allo strato di finitura.															
10) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.															

Tabella XIII - Sistemi di verniciatura per classi di immersione Im1, Im2 e Im3

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso/i lo/i strato/i intermedi				Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)		
	St 2	Sa 2½	Legante ⁶⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁶⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta	
S8.01		x	EP, PUR	Zn (R)	1	40	EP, PUR	2-4	320	3-5	360				
S8.02		x			1	40	CTPUR ⁶⁾	4	500	5	540				
S8.03		x	EP	Misc.	1	40	CTE ⁵⁾	3	400	4	440				
S8.04		x			1	80	EP, PUR	2	300	3	380				
S8.05		x			1	80	EP ⁴⁾	1	400	2	480				
S8.06		x	EP ⁴⁾		1	800	-	-	-	1	800				
S8.07		x	CTE ⁵⁾		1	120	CTE ⁵⁾	2	240	3	360				
S8.08		x			1	120		3	380	4	500				
S8.09		x			1	500	-	-	-	1	500				
S8.10		x	CTE ^{4/5)}		1	1 000	-	-	-	1	1 000				
S8.11		x	CTPUR ⁶⁾		1	200	CTPUR ⁶⁾	1	200	2	400				
Leganti per lo/i strato/i di fondo				Pitture (liquide)			Leganti per lo/i strato/i di finitura					Pitture (liquide)			
				N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili						N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili	
				Mono-componente	Bicomponente							Mono-componente	Bicomponente		
EP = Epossidico					x		EP = Epossidico						x		
PUR = Poliuretano				x			PUR = Poliuretano					x	x		
CTE = Catrame epossidico					x		CTE = Catrame epossidico						x		
CTPUR = Poliuretano catrame				x	x		CTPUR = Poliuretano catrame					x	x		
1) Per Sa 2½, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1.															
2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi.															
3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.															
4) Tipo esente da solventi.															
5) Sono disponibili alternative al catrame.															
6) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.															

Tabella XIV - Sistemi di verniciatura per classi di corrosività da C2 a C5i e C5m Supporto: Acciaio zincato a caldo

Sistema di verniciatura N°	Strato/i di fondo			Strato/i di finitura compreso/i lo/i strato/i intermedi			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa ^{2) 6)} (vedere 5.5 e ISO 12944-1)																						
	Legante ⁵⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁵⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	C2			C3			C4			C5-1			C5-M										
									L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H								
S9.01	PVC	-	-	PVC	1	80	1	80																							
S9.02		1	40		1	80	2	120																							
S9.03		1	80		1	80	2	160																							
S9.04		1	80		2	160	3	240																							
S9.05	AY	-	-	AY	1	80	1	80																							
S9.06		1	40		1	80	2	120																							
S9.07		1	80		1	80	2	160																							
S9.08		1	80		2	160	3	240																							
S9.09	EP oppure PUR	-	-	EP oppure PUR ⁶⁾	1	80	1	80																							
S9.10		1	40		1	80	2	120																							
S9.11		1	80		1	80	2	160																							
S9.12		1	80		2	160	3	240																							
S9.13		1	80		2-3	240	3-4	360																							
Leganti per lo/i strato/i di fondo				Pitture (liquide)				Leganti per lo/i strato/i di finitura				Pitture (liquide)																			
				N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili						N° dei componenti		Prodotti all'acqua possibili																	
				Monocomponente		Bicomponente						Monocomponente		Bicomponente																	
PVC = Polivinil cloruro				x				PVC = Polivinil cloruro				x																			
AY = Acrilico				x		x		AY = Acrilico				x				x				x											
EP = Epossidico						x x		EP = Epossidico								x x				x											
PUR = Poliuretano						x		PUR = Poliuretano						x x																	

1)

La preparazione della superficie meccanica o chimica richiesta è descritta nella ISO 12944-4.

2)

In questo caso la durabilità è funzione dell'aderenza del sistema di verniciatura alla superficie zincata a caldo.

3)

NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.

4)

Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico.

5)

Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.

6)

Una casella con ombreggiatura leggera grigia significa che i sistemi di verniciatura interessati non sarebbero generalmente utilizzati per queste classi di corrosività. Non sono elencati nei prospetti A.2 e/o A.3.

Tabella XV - Sistemi di verniciatura per le classi di corrosività da C2 a C5-I e C5-M.

Supporto: Superfici di acciaio spruzzato a caldo, sherdizzate o zincate elettroliticamente.

Supporto ¹⁾	Sigillatura/applicazione dello strato di fondo	Sistema di verniciatura (vedere i prospetti A.2, A.3, A.4, A.6 e A.7)
Acciaio rivestito con metallo spruzzato a caldo	Si raccomanda che la sigillatura o l'applicazione del primo strato del sistema di verniciatura sia eseguito entro 4 h. Se utilizzati, i sigillanti devono essere compatibili con il sistema di verniciatura successivo	C2: S2.11, S2.12, S2.13, S2.14, S2.15, S2.16 C3: S3.11, S3.12, S3.13, S3.14, S3.15, S3.16, S3.17, S3.18, S3.19 C4: S4.06, S4.07, S4.08, S4.09, S4.10, S4.11, S4.12, S4.13, S4.14, S4.15 C5-I: S6.01, S6.02, S6.03, S6.04 C5-M: S7.01, S7.02, S7.03, S7.04, S7.05, S7.06, S7.15, S7.16
Acciaio sherardizzato	Per le piccole parti ²⁾ non sono necessari pretrattamenti o sigillature	Gli stessi sistemi di verniciatura utilizzati per le parti principali degli elementi costitutivi
Acciaio zincato elettroliticamente		

1) Vedere ISO 12944-4, punto 5.
2) La protezione dalla corrosione mediante sherardizzazione o zincatura elettrolitica è utilizzata principalmente per piccole parti, come viti, dadi, bulloni.

PROVE DI LABORATORIO PER LA VALUTAZIONE DELLE VERNICIATURE

Nelle due tabelle seguenti vengono indicate le prove e le durate delle prove rispettivamente per verniciature applicate su substrati di acciaio e per verniciature applicate su acciaio zincato.

Tabella XVI - Procedimenti di prova per verniciature applicate su acciaio

Classe di corrosività come definita nella ISO 12944-2	Classe di durabilità	ISO 2812-1 ¹⁾ (resistenza chimica)	ISO 2812-2 (immersione in acqua)	ISO 6270 (condensa di acqua)	ISO 7253 (nebbia salina neutra)
		h	h	h	h
C2	Bassa	-	-	48	-
	Media	-	-	48	-
	Alta	-	-	120	-
C3	Bassa	-	-	48	120
	Media	-	-	120	240
	Alta	-	-	240	480
C4	Bassa	-	-	120	240
	Media	-	-	240	480
	Alta	-	-	480	720
C5-I	Bassa	168	-	240	480
	Media	168	-	480	720
	Alta	168	-	720	1440
C5-M	Bassa	-	-	240	480
	Media	-	-	480	720
	Alta	-	-	720	1440
Im1	Bassa	-	-	-	-
	Media	-	2 000	720	-
	Alta	-	3 000	1 440	-
Im2	Bassa	-	-	-	-
	Media	-	2 000	-	720
	Alta	-	3 000	-	1 440
Im3	Bassa	-	-	-	-
	Media	-	2 000	-	720
	Alta	-	3 000	-	1 440

1) Utilizzare il metodo 1 (vedere 5.6 per i prodotti chimici da impiegare). Lo scopo della prova di resistenza chimica non è la valutazione delle proprietà di protezione della corrosione, ma della capacità di una verniciatura di resistere ad ambienti altamente industriali. Perciò la durata della prova rimane la stessa qualunque sia la classe di durabilità.
Per la classe di corrosività C5-I, il procedimento ISO 2812-1 può essere sostituito o integrato con la prova ISO 3231 (10 cicli, 240 h per durabilità "bassa"; 20 cicli, 480 h per durabilità "media"; 30 cicli, 720 h per durabilità "alta").

Tabella XVII - Procedimenti di prova per l'aderenza di verniciature applicate su acciaio zincato

Classi di corrosività come definite nella ISO 12944-2	Classe di durabilità	ISO 6270 (condensa di acqua) h
C2	Bassa	240
	Media	240
	Alta	240
C3	Bassa	240
	Media	240
	Alta	240
C4	Bassa	240
	Media	240
	Alta	480
C5-I	Bassa	240
	Media	480
	Alta	720
C5-M	Bassa	240
	Media	480
	Alta	720

I PROVINI

Substrati di acciaio

I provini devono essere del medesimo tipo di acciaio utilizzato nella pratica. Le dimensioni minime dei provini devono essere 150 mm x 70 mm. Lo spessore dei provini dipende dal tipo di prova, ma deve essere di almeno 2 mm. Se non diversamente concordato, la superficie dei provini deve essere preparata per sabbiatura al grado di preparazione della superficie Sa 2 ½ o Sa 3 come definiti nella ISO 8501-1. La rugosità della superficie (profilo) deve corrispondere al grado "medio (G)", come definito nella ISO 8503-1. Essa può essere controllata utilizzando un campione di comparazione come definito nella ISO 8503-2. Per tutti gli altri aspetti i provini devono essere conformi alla ISO 7384.

Substrati di acciaio zincati

I provini devono essere del medesimo tipo di acciaio zincato usato nella pratica. Le dimensioni e lo spessore devono essere quelli definiti per i substrati di acciaio. I metodi idonei per la preparazione della superficie sono descritti nella ISO 12944-4.

Campionamento di pitture

Prelevare un campione rappresentativo del prodotto da sottoporre a prova (o di ogni prodotto in caso di verniciatura multistrato), come descritto nella ISO 1512. Esaminare e preparare ogni campione per la prova, come descritto nella ISO 1513. Numero dei provini Se non diversamente concordato, preparare tre provini per ogni prova.

Verniciature

Applicare la pittura sul provino preferibilmente a spruzzo. La pittura deve essere applicata secondo le specifiche del fabbricante. Ogni strato deve essere omogeneo come spessore e aspetto, ed essere esente da gocciolature, colature, zone scoperte, punte di spillo, raggrinzimenti, differenze di brillantezza, schivature, inclusioni di particelle, polvere di spruzzatura e vesciche. Lo spessore della pellicola secca, misurata come descritto nella ISO 2808, non deve essere maggiore del valore specificato più del 20%. Se non diversamente concordato, prima della prova i provini verniciati devono essere condizionati per tre settimane in atmosfera normale (23 ± 2 °C/ 50 ± 5 % di umidità relativa, oppure (20 ± 2) °C/ (65 ± 5) % di umidità relativa, come definito nella ISO 554. Se si deve eseguire la prova di nebbia salina (vedere prospetto Tabella XVI), l'incisione deve attraversare lo strato di pittura fino al substrato (vedere appendice A ISO 12944 -6). Deve essere applicata un'adeguata protezione ai bordi e alla faccia posteriore dei provini.

Sistema di riferimento

E' necessario utilizzare come sistema di riferimento una verniciatura che sia stata localmente utilizzata per anni con successo, e il cui comportamento alle prove di laboratorio sia ben conosciuto. Questo sistema deve essere quanto più simile è possibile alla verniciatura da esaminare per composizione e/o natura chimica e spessore.

VALUTAZIONE DELLE VERNICIATURE

Per ogni classe di corrosività è necessario eseguire le prove indicate in Tabella XVI e Tabella XVII, si può accettare che soltanto uno dei tre provini non soddisfi completamente i requisiti specificati nei capitoli precedenti.

VALUTAZIONE PRIMA DELL'INVECCHIAMENTO ARTIFICIALE

Metodo di valutazione

Requisiti ISO 2409 Classificazione 0 oppure 1 Se lo spessore della pellicola secca della verniciatura è maggiore di 250 µm, deve essere effettuata la seguente prova di aderenza invece della prova prevista nella ISO 2409: ISO 4624 Requisito: non ammessa nessuna rottura fino al substrato (A/B) (a meno che i valori di trazione siano 5 MPa o maggiori).

VALUTAZIONE DOPO L'INVECCHIAMENTO ARTIFICIALE PER IL TEMPO SPECIFICATO

Metodi di valutazione

Requisiti ISO 4628-2 Vescicamento 0 (S0) (valutazione immediata) ISO 4628-3 Arrugginimento Ri 0 (valutazione immediata) ISO 4628-4 Screpolatura 0 (S0) (valutazione immediata) ISO 4628-5 Sfogliamento 0 (S0) (valutazione immediata) Dopo l'invecchiamento artificiale secondo la ISO 7253 la corrosione del substrato ai due lati dell'incisione non deve essere maggiore di 1 mm quando calcolata usando l'equazione riportata nell'appendice A ISO 12944-6. Qualsiasi difetto presente entro 1 cm dai bordi dei provini non deve essere preso in considerazione.

Metodi di valutazione complementari

Requisiti ISO 2409 Classificazione 0 oppure 1 (valutazione dopo un ricondizionamento di 24 h in conformità a quanto indicato nel capitolo 4.2.7.1.1 - Verniciature) Se lo spessore della pellicola secca della verniciatura è maggiore di 250 µm, deve essere effettuata la seguente prova di aderenza invece della prova prevista nella ISO

2409: ISO 4624 Requisito: non ammessa nessuna rottura fino al substrato (A/B) (a meno che i valori di trazione siano 5 MPa o maggiori) (valutazione dopo un ricondizionamento di 24 h in conformità quanto indicato nel capitolo 4.2.7.1.1 - Verniciature).

VERIFICA DELLA VERNICIATURA

Per la verifica della verniciatura si dovrà controllare: • valutazione visiva di uniformità: colore, potere coprente, e difetti come schivature, raggrinzimenti, crateri, bolle di aria, sfogliamenti, screpolature e colature; • spessore della pellicola secca: generalmente con un metodo non distruttivo (vedere ISO 2808) [vedere anche punto a) riportato successivamente] o con metodo distruttivo per esempio con lama da taglio; • adesione: con metodi distruttivi (vedere ISO 2409 oppure ISO 4624); • porosità: mediante sonda ad alta o a bassa tensione. Per le misurazioni dello spessore della pellicola secca, le parti devono accordarsi sui punti seguenti: a) il metodo da usare, lo strumento di misura da usare, i dettagli della taratura dello strumento di misura, e come tenere conto dell'influenza sul risultato della rugosità della superficie. b) il piano di campionamento - come e quante misurazioni devono essere fatte per ogni tipo di superficie. c) come i risultati devono essere registrati e confrontati con i criteri di accettazione. Gli spessori della pellicola secca (compreso lo spessore nominale e lo spessore massimo) devono essere controllati ad ogni fase critica, e quando l'intero ciclo è stato applicato. Una fase critica è, per esempio quando vi è un cambio di responsabilità per i lavori di verniciatura o quando passa lungo tempo fra l'applicazione degli strati di fondo e quella degli strati successivi. Si deve controllare che la verniciatura delle superfici di contatto delle giunzioni assemblate con bulloni autobloccanti, per esempio con bulloni a serraggio controllato ad alta resistenza nelle giunzioni a frizione e i bulloni ad alta resistenza nelle giunzioni soggette ad uno sforzo di taglio, sia conforme agli accordi stipulati in fase di contratto. Se sono necessarie prove distruttive, sono accettabili misurazioni effettuate su di un intaglio ad angolo controllato a mezzo di una lente micrometrica. Strumenti di questo tipo permettono di verificare lo spessore di ogni singolo strato, quello dell'intero ciclo e la sequenza secondo la quale gli strati sono stati applicati. Per le prove di porosità le parti interessate devono concordare lo strumento e il voltaggio di prova. Ogni danneggiamento alla verniciatura deve essere riparato in conformità alla specifica. Vedere ISO 12944- 8.

CICLO DI PROTEZIONE STRUTTURE METALLICHE TIPO A

Il ciclo di protezione delle strutture metalliche tipo A, si riferisce a strutture metalliche zincate a caldo secondo le norme del presente capitolo: Sabbatura leggera Sa 2; Pittura con primer a base di resine epossipoliamiche, spessore minimo 60 µm; Verniciatura a base di resine poliuretaniche spessore minimo 80 µm;

PRIMER

Caratteristiche del Primer: Composizione: A base di resine epossipoliamiche con pigmenti di zinco e titanio; Tipo di prodotto: Bicomponente, Base e Reagente, da miscelare al momento dell'impiego; Se il primer è zincante il contenuto minimo in massa di zinco in polvere sulla parte non volatile della pittura deve essere $\geq 80\%$ in massa(m/m); Spessore minimo 60 µm;

VERNICIATURA

Caratteristiche verniciatura : Composizione: A base di resine poliuretaniche alifatiche Tipo di prodotto: Bicomponente, Base e Reagente, da miscelare al momento dell'impiego; Colore RAL 7031 e RAL 7042; Spessore minimo 80 µm; Classe di corrosività: C3; Durabilità richiesta :Alta; Sistema di verniciatura ISO 1944-5 n° S9.10 conforme con quanto indicato in Tabella XIV. Grado di lucentezza: Opaco. Per la verifica della lucentezza l'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori un campione per l'approvazione, l'accettazione sarà a giudizio insindacabile della Direzione Lavori. Nota: Se i giunti sono ad attrito le superfici a contatto non vanno verniciate.

CICLO DI PROTEZIONE STRUTTURE METALLICHE TIPO B

Il ciclo di protezione delle strutture metalliche tipo B, si riferisce a strutture metalliche secondo le norme del presente capitolo: Accurata pulizia delle superfici da trattare; Sabbatura ad grado Sa 2 ½; Applicazione del primer zincante inorganico, per uno spessore di 60 µm; Applicazione di una mano intermedia con vernice epossidica bicomponente per uno spessore di 60 µm; Applicazione di finitura con vernice poliuretanica acrilica, per uno spessore di 50 µm; Classe di corrosività: C3; Durabilità richiesta: Alta.

Elementi costruttivi prefabbricati

Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume o a peso dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

Controllo di produzione

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei a una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma **UNI CEI EN ISO/TEC 17021**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio superiore dei lavori pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termogravimetriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

Controllo di produzione di serie controllata

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni.

Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sono atti definitivi.

Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:
- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;

- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
 - elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
 - certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
 - attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
 - documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.
- Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Norme complementari relative alle strutture prefabbricate

Per *manufatti o elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali - in serie dichiarata e in serie controllata - devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Prodotti prefabbricati in serie

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Prodotti prefabbricati in serie dichiarata

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo a una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano altresì in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

Prodotti prefabbricati in serie controllata

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
 - i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
 - i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
 - i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.
- Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Responsabilità e competenze

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Prove su componenti

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

Norme complementari

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

Realizzazione delle unioni

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

Tolleranze

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

Materiali e prodotti a base di legno

Generalità

Formano oggetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni anche le opere costituite da strutture portanti realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo) o con prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione apposita a carattere particolare.

Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:

- legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;
- legno lamellare incollato;
- legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;
- pannelli a base di legno per uso strutturale;
- altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

La produzione, la fornitura e l'utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

IL LEGNO MASSICCIO

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata **UNI EN 14081** e recare la marcatura CE.

Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di classificazione base previste nelle normative applicabili.

La classe di resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato. A tal fine può farsi utile riferimento alle norme **UNI EN 338** e **UNI EN 1912**, per legno di provenienza estera, e alla norma **UNI 11035** (parti 1 e 2), per legno di provenienza italiana.

Ad ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza, se i suoi valori caratteristici di resistenza, di modulo elastico e di massa volumica risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe.

In generale, è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella norma **UNI EN 384**. Le prove sperimentali per la determinazione di resistenza a flessione e modulo elastico devono essere eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà presumibilmente soggetto nella struttura.

Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da CEN o da UNI) e per i quali sono disponibili dati ricavati su campioni piccoli e netti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra, sulla base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14081-1 - *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza.*

Parte 1: Requisiti generali;

UNI EN 14081-2 - *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza.*

Parte 2: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per le prove iniziali di tipo;

UNI EN 14081-3 - *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza.*

Parte 3: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per il controllo della produzione in fabbrica;

UNI EN 14081-4 - *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza.*

Parte 4: Classificazione a macchina. Regolazioni per i sistemi di controllo a macchina;

UNI EN 338 - *Legno strutturale. Classi di resistenza;*

UNI EN 1912 - *Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie;*

UNI EN 384 - *Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica;*

UNI 11035 - *Legno strutturale. Classificazione a vista di legnami italiani secondo la resistenza meccanica: terminologia e misurazione delle caratteristiche;*

UNI 11035-2 - *Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani.*

IL LEGNO STRUTTURALE CON GIUNTI A DITA

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita realizzati con la stessa specie legnosa (conifera o latifoglie) devono essere conformi alla norma **UNI EN 385**, e, laddove pertinente, alla norma **UNI EN 387**.

Nel caso di giunti a dita a tutta sezione, il produttore deve comprovare la piena efficienza e durabilità del giunto stesso. La determinazione delle caratteristiche di resistenza del giunto a dita dovrà basarsi sui risultati di prove eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il giunto sarà soggetto per gli impieghi previsti nella struttura.

Elementi in legno strutturale massiccio congiunti a dita non possono essere usati per opere in classe di servizio 3. Le unioni con giunti a dita devono essere durabili e affidabili e garantire la resistenza richiesta.

Il giunto a dita non deve presentare nodi, fessure e anomalie evidenti alla fibratura. Gli eventuali nodi devono essere sufficientemente distanti dall'estremità del legno tagliato, come indicato al punto 5.2.2 della norma **UNI EN 385**.

Gli elementi strutturali non devono avere la sezione trasversale con smussi o con spigoli danneggiati in corrispondenza del giunto, come indicato al punto 5.2.3 della norma **UNI EN 385**.

Gli adesivi e amminoplastici impiegati devono essere idonei alle caratteristiche climatiche del luogo di messa in servizio della struttura, alla specie di legno, al preservante utilizzato e al metodo di fabbricazione. Gli adesivi devono essere conformi o equivalenti a quelli della norma **UNI EN 301**. L'applicazione, manuale o meccanica, dell'adesivo deve rivestire tutte le superfici delle dita nel giunto assemblato. In generale, l'adesivo deve essere applicato su entrambe le estremità dell'elemento strutturale.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 385 - *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

UNI EN 387 - *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

UNI EN 301 - *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali.*

IL LEGNO LAMELLARE INCOLLATO

I requisiti di produzione e di qualificazione

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14080**.

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

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo.

Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti, a un controllo continuo documentato condotto sulla base della norma **UNI EN 386**. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del direttore tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili per il servizio tecnico centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, per il direttore dei lavori e il collaudatore statico della costruzione. Nella marchiatura dell'elemento inoltre deve essere riportato anche l'anno di produzione. Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma **UNI EN 386**.

I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma **UNI EN 387**, e non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14080 - *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;*

UNI EN 386 - *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

UNI EN 387 - *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

UNI EN 301 - *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali.*

La classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle

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

Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 1194 - *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*

L'attribuzione diretta in base a prove sperimentali

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

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14080 - *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;*

UNI EN 1194 - *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*

I PRODOTTI DERIVATI DAL LEGNO PER USO STRUTTURALE

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

- a) non sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE;
- b) non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza) e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche;
- c) non siano ricadenti in una delle tipologie a) o b). In tali casi il produttore potrà pervenire alla marcatura CE in conformità al benessere tecnico europeo (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciato dal servizio tecnico centrale sulla base di linee guida approvate dal Consiglio superiore dei lavori pubblici.

GLI ADESIVI

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

Gli adesivi per elementi incollati in stabilimento

Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma **UNI EN 301**. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella norma **UNI EN 301**, tramite idonee prove comparative.

Gli adesivi per giunti realizzati in cantiere

In attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma **UNI EN 301**) devono essere sottoposti a prove in conformità a idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

NORME DI RIFERIMENTO

Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 301 - *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;*

UNI EN 302-1 - *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale;*

UNI EN 302-2 - *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (metodo di laboratorio);*

UNI EN 302-3 - *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperatura e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale;*

UNI EN 302-4 - *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.*

Esempi di adesivi idonei sono forniti nella tabella 20.1, nella quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione, ad alto rischio e a basso rischio.

Tabella : Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione	Condizioni di esposizione tipiche	Esempi di adesivi
Ad alto rischio	Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato)	RF ¹ , PF ² , PF/RF ³
	Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C (per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati)	-
	Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria	-
	Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo	-
A basso rischio	Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati	RF, PF
	Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo	PF/RF ³
	Edifici riscaldati e aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C (per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese e altri edifici)	MF/UF ⁴ UF ⁵
¹ RF: resorcinolo-formaldeide. ² PF: fenolo-formaldeide. ³ PF/RF ³ : fenolo/resorcinolo-formaldeide. ⁴ MF/UF: melamina/urea-formaldeide. ⁵ UF: urea-formaldeide e UF modificato.		

GLI ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO

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

Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

Si presuppone che i dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

La classe di umidità 1 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 ± 2 °C e a una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1, l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%.

La classe di umidità 2 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 ± 2 °C e a una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.

La classe di umidità 3 è caratterizzata da condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

Tabella : Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma UNI ISO 2081

Classe di umidità	Trattamento
1	nessuno ¹
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c ²
¹ Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c. ² In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.	

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI ISO 2081 - Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.

LA DURABILITÀ DEL LEGNO E DEI DERIVATI

Generalità

Al fine di garantire alla struttura adeguata durabilità delle opere realizzate con prodotti in legno strutturale, si devono considerare i seguenti fattori tra loro correlati:

- la destinazione d'uso della struttura;
- le condizioni ambientali prevedibili;
- la composizione, le proprietà e le prestazioni dei materiali;
- la forma degli elementi strutturali e i particolari costruttivi;
- la qualità dell'esecuzione e il livello di controllo della stessa;
- le particolari misure di protezione;
- la probabile manutenzione durante la vita presunta, con l'adozione di idonei provvedimenti volti alla protezione dei materiali.

I requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno

Il legno e i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio oppure devono essere sottoposti a un trattamento preservante adeguato.

Per i prodotti in legno massiccio, una guida alla durabilità naturale e trattabilità delle varie specie legnose è contenuta nella norma **UNI EN 350** (parti 1 e 2). Una guida ai requisiti di durabilità naturale per legno da utilizzare nelle classi di rischio è invece contenuta nella norma **UNI EN 460**.

Le definizioni delle classi di rischio di attacco biologico e la metodologia decisionale per la selezione del legno massiccio e dei pannelli a base di legno appropriati alla classe di rischio sono contenute nelle norme **UNI EN 335-1**, **UNI EN 335-2** e **UNI EN 335-3**.

La classificazione di penetrazione e ritenzione dei preservanti è contenuta nelle norme **UNI EN 351** (parti 1 e 2).

Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno e alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle norme **UNI EN 599-1** e **UNI EN 599-2**.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 335-1 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 1: Generalità;*

UNI EN 335-2 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 2: Applicazione al legno massiccio;*

UNI EN 335-3 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di rischio di attacco biologico. Applicazione ai pannelli a base di legno;*

UNI EN 599-1 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Specifiche secondo le classi di rischio;*

UNI EN 599-2 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Classificazione ed etichettatura;*

UNI EN 350-1 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno;*

UNI EN 350-2 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa;*

UNI EN 460 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio.*

La resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.

Segati di legno

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

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 10 mm;
- tolleranze sullo spessore: ± 2 mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021-2**;
- difetti visibili ammessi, valutati, in funzione della qualità, secondo le seguenti norme:
- conifere:

ISO 1029 - *Segati di conifere. Difetti. Classificazione;*

ISO 1030 - *Segati di conifere. Difetti. Misurazione;*

ISO 1031 - *Segati di conifere. Difetti. Termini e definizioni;*

UNI 8198 - *Segati di conifere. Classificazione in base alla resistenza meccanica.*

- latifoglie:

ISO 2299 - *Segati di latifoglie. Difetti. Classificazione;*

ISO 2300 - *Segati di latifoglie. Difetti. Termini e definizioni;*

ISO 2301 - *Segati di latifoglie. Difetti. Misurazione.*

- altre norme di riferimento:

UNI 8947 - *Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.*

- trattamenti preservanti con metodo e comunque resistenti ai, valutati secondo le seguenti norme:

UNI 8662-1 - *Trattamenti del legno. Termini generali;*

UNI 8662-2 - *Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione;*

UNI 8662-3 - *Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione;*

UNI 8859 - *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);*

UNI 8976 - *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto;*

UNI 8940 - *Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto;*

UNI 9090 - *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico;*

UNI 9092-2 - *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante;*

UNI 9030 - *Segati di legno. Qualità di essiccazione.*

LE VERIFICHE DEL DIRETTORE DEI LAVORI. LA DOCUMENTAZIONE D'ACCOMPAGNAMENTO PER LE FORNITURE

Produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione, dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Ogni fornitura deve essere anche accompagnata, a cura del produttore, da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera. Il direttore dei lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

Le caratteristiche dei materiali secondo le indicazioni previste dalle Nuove norme tecniche devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni applicabili di cui alla marcatura CE, ovvero per le procedure di qualificazione e accettazione.

Il direttore dei lavori potrà, inoltre, far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nella presente norma.

Sono abilitati a effettuare le prove e i controlli, sia sui prodotti sia sui cicli produttivi, i laboratori ufficiali e gli organismi di prova abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 in materia di prove e controlli sul legno.

L'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE. LE VERIFICHE DEL DIRETTORE DEI LAVORI

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della qualificazione e vengono rispettate le previste prescrizioni periodiche.

Sulla copia dell'attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

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

Il direttore dei lavori è tenuto, prima della messa in opera, a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

CAPO 11 – MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO ED IMPIANTISTICHE

Gesso ed elementi in gesso

Generalità

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Deve presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 5371 - *Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.*

Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi

Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto.

La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti a evitare degradazioni per umidità.

Lastre di gesso rivestito

Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabili per la costruzione di pareti, contropareti e soffitti e in generale per le finiture d'interni. Le lastre rivestite sono costituite da un nucleo di gesso ottenuto dalle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entrambi i lati con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle superfici può variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere additivi per conferire ulteriori proprietà aggiuntive.

Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici con viti autofilettanti o alle strutture di legno con chiodi oppure incollate al sottofondo con collanti a base di gesso o altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 10718 - *Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;*

UNI EN 520 - *Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;*

UNI 9154-1 - *Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;*

UNI EN 14195 - *Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

Leganti e intonaci a base di gesso

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13279-1 - *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;*

UNI EN 13279-2 - *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.*

Calci idrauliche da costruzioni

Le calce da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calce idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calce idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calce idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calce idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma **UNI EN 459-2**.

Le categorie di calce idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla documentazione rilasciata dal produttore.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 459-1 - *Calce da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;*

UNI EN 459-2 - *Calce da costruzione. Metodi di prova;*

UNI EN 459-3 - *Calce da costruzione. Valutazione della conformità.*

Lastre protettive in calcio silicato

Definizione

Sono lastre a base di silicato di calcio a matrice minerale idrata, ottenute da un sistema di produzione brevettato, con una massa volumica di c.a. 875 Kg/mc.

Proprietà principali

Leggerezza, stabilità in caso di incendio, incombustibilità (classe A1 secondo le Euroclassi), alti spessori e grandi dimensioni, resistenza nel tempo ed eccellenti prestazioni al fuoco.

Composizione

Calcio silicato e additivi selezionati.

Dati tecnici:

Massa volumica c.a. 875 Kg/mc, Spessori 9 mm, Tolleranza in larghezza ± 3 mm, Tolleranza in spessore delle lastre $\pm 0,5$ mm, Resistenza al fuoco fino ad R/REI 120 ed EI 180 per le più comuni applicazioni in orizzontale e verticale (vedi "Utilizzo" e marcatura CE), Modulo di elasticità longitudinale 2500 N/mm², Modulo di elasticità trasversale 2700 N/mm², Resistenza alla flessione longitudinale 6.0 N/mm², Resistenza trasversale 4.0 N/mm², Resistenza alla trazione longitudinale 2.0 N/mm², Resistenza alla trazione trasversale 1.7 N/mm², Resistenza alla compressione 9,0 N/mm² (10%), Conducibilità termica Ca. 0,285 W/m²°K, Grado d'acidità (pH) C.a. 7,0.

Trasporto e stoccaggio:

Le lastre devono essere poste su supporto piano al momento del trasporto e dello stoccaggio. Al momento del trasporto devono almeno essere protette da un telone. Lo stoccaggio dovrà aver luogo in spazio coperto ben ventilato.

Utilizzo

È applicato nelle più usuali protezioni dal fuoco dove si esige nello stesso tempo leggerezza ed alte prestazioni. In particolare viene utilizzato nelle seguenti applicazioni: - a protezione dei solai di uso più comune, sia in aderenza/semiaderenza che come controsoffitto pendinato fino ad una resistenza di 120 minuti in accordo alla norma EN 1365-2; - come controsoffitto indipendente fino ad una resistenza di 120 minuti in accordo alla norma EN 1364-2; - a protezione di pareti, in mattoni, cemento o come tramezzature autoportanti, fino ad una resistenza di 180 minuti in accordo alla norma EN 1364-1; - a protezione di pareti portanti in legno fino ad una resistenza di 60 minuti in accordo alla norma EN 1365-1.

Resistenza chimica:

Neutro. Buona resistenza alle più comuni esposizioni in atmosfera industriale e marina per applicazioni all'interno.

Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

Marcatura CE ETA-06/0219

Rapporto di Classificazione e soluzione tecnica in accordo all'Art. 4.4 del D.M. 16 febbraio 2007, direttamente utilizzabile nelle certificazioni di resistenza al fuoco (CERT REI) a firma del professionista antincendio.

Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne

Definizioni

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- partizioni interne verticali:
- pareti interne verticali;
- infissi interni verticali;
- elementi di protezione.
- partizioni interne orizzontali:
- solai;
- soppalchi;
- infissi interni orizzontali.
- partizioni interne inclinate:
- scale interne;
- rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:

- partizione interne verticali:
- elementi di protezione;
- elementi di separazione.
- partizioni esterne orizzontali:
- balconi/logge;
- passerelle.
- partizioni esterne inclinate:

- scale esterne;
- rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei principali strati funzionali di queste parti di edificio, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica.

Pareti interne verticali

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno, ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI 8087** - Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;
- UNI PROVVISORIA 9269** - Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.
- UNI 8290-1** - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;
- UNI 8290-2** - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;
- UNI 8290-3** - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;
- UNI 7960** - Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia;
- UNI 8326** - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;
- UNI 8327** - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;
- UNI 10700** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione;
- UNI 10815** - Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;
- UNI 10816** - Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;
- UNI 10817** - Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;
- UNI 10820** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;
- UNI 10879** - Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali;
- UNI 10880** - Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;
- UNI 11004** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante;
- UNI 8201** - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;
- UNI 8326** - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;
- UNI 8327** - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;
- UNI EN 13084-6** - Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;
- UNI EN 13084-7** - Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili a elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio;
- UNI EN 438-7** - Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti;
- UNI EN 594** - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;
- UNI EN 596** - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno;
- UNI 10386** - Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **UNI EN 771-1**;
- gli elementi di calcestruzzo alleggerito, $1200 \text{ kg/m}^3 \leq \gamma \leq 1400 \text{ kg/m}^3$, devono rispondere alla norma **UNI EN 771-3**;
- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **UNI EN 771-2**;
- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **UNI EN 771-6**;
- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **UNI EN 771-5**.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 771-1 - Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

UNI EN 771-2 - Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

UNI EN 771-3 - Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

UNI EN 771-4 - Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

UNI EN 771-5 - Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

UNI EN 771-6 - Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

Controparete per la zona palestra

Nella zona palestra verrà realizzata una controparete dello spessore totale di 100 mm, costituita dagli elementi sotto elencati:

- Lastre di gesso rivestito fibrato tipo DFH1IER secondo UNI EN 520 da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, poste nello strato più esterno. Lastra di tipo speciale con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con fibre di vetro e fibre di legno; tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale e di resistenza meccanica. Lastra di tipo H1 con ridotto assorbimento d'acqua, che gli conferisce un'eccellente tenuta in presenza di elevati livelli di umidità. Le lastre sono in Euroclasse A2-s1,d0. La tecnologia permette alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria degli ambienti interni.
- Lastre di gesso rivestito tipo A secondo UNI EN 520 da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, poste nello strato più interno. Le lastre sono in Euroclasse A2-s1,d0.
- Struttura metallica con rivestimento organico privo di cromo, ecologico, anticorrosivo, dielettrico, antifingerprint, composta da profili metallici in lamiera d'acciaio zincato Z100 da 0,6 mm di spessore: guide orizzontali ad U da 75 mm solidarizzate meccanicamente a pavimento e a soffitto mediante accessori di fissaggio posti ad interasse massimo di 500 mm; montanti verticali a C da 75 mm, posti ad interasse massimo di 600 mm, collegati al supporto retrostante mediante staffe poste ogni 1000 mm.
- Strato di materiale isolante minerale in lana di vetro, dello spessore di 70 mm, con densità di 30 kg/m³, da inserire nell'intercapedine tecnica tra i montanti della struttura metallica.
- Viti autoperforanti fosfatate poste ad interasse massimo di 250 mm per le lastre interne.
- Viti speciali per lastre ad alta densità e lastre fibrorinforzate poste ad interasse massimo di 250 mm.
- Stucchi e nastri di rinforzo: accessori per la stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura.

OPERAZIONI SUPPLEMENTARI:

Eventuale nastro monoadesivo o biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse da applicare su tutto il perimetro della struttura metallica, al fine di eliminare la possibile presenza di ponti acustici dovuti alle trasmissioni attraverso le strutture dell'edificio. Eventuale rasatura delle lastre con stucco bianco, stucco pronto in pasta ad essiccazione ad aria.

Reazione al fuoco A1: Nel caso di richiesta di reazione al fuoco in Euroclasse A1, sostituire le lastre in gesso rivestito fibrato poste nello strato a vista con le lastre in gesso rivestito fibrato.

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

Miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti interni grazie alla riduzione e alla neutralizzazione fino al 70% della formaldeide presente negli ambienti interni.

Portata ai carichi > 49 Kg per singolo punto di fissaggio con tassello Ø6 mm.

Ambienti umidi H1 Ridottissimo assorbimento d'acqua superficiale (<5%).

Parete divisoria tra aula e aula

Parete divisoria dello spessore totale di 212,5 mm, costituita dagli elementi sotto elencati:

- Lastre di gesso rivestito fibrato tipo DFH1IER secondo UNI EN 520 da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, poste nello strato più esterno. Lastra di tipo speciale con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con fibre di vetro e fibre di legno; tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale e di resistenza meccanica. Lastra di tipo H1 con ridotto assorbimento d'acqua, che gli conferisce un'eccellente tenuta in presenza di elevati livelli di umidità. Le lastre sono in Euroclasse A2-s1,d0. La tecnologia permette alla lastra di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide presente nell'aria degli ambienti interni.
- Lastre di gesso rivestito tipo A secondo UNI EN 520 da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, poste nello strato più interno. Le lastre sono in Euroclasse A2-s1,d0.
- Doppia struttura metallica con rivestimento organico privo di cromo, ecologico, anticorrosivo, dielettrico, antifingerprint, composta da profili metallici in lamiera d'acciaio zincato Z100 da 0,6 mm di spessore: guide orizzontali ad U da 75 mm solidarizzate meccanicamente a pavimento e a soffitto mediante accessori di fissaggio posti ad interasse massimo di 500 mm; montanti verticali a C da 75 mm, posti ad interasse massimo di 600 mm, sfalsati tra le 2 strutture di 300 mm.

- Doppio strato di materiale isolante minerale in lana di vetro, dello spessore di 70+70 mm, con densità di 11,5 kg/m³, da inserire nell'intercapedine tecnica tra i montanti della struttura metallica.
- Viti autoperforanti fosfatate poste ad interasse massimo di 250 mm per le lastre interne.
- Viti speciali per lastre ad alta densità e lastre fibrorinforzate poste ad interasse massimo di 250 mm.
- Stucchi e nastri di rinforzo: accessori per la stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura.

OPERAZIONI SUPPLEMENTARI:

Eventuale nastro monoadesivo o biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse da applicare su tutto il perimetro della struttura metallica, al fine di eliminare la possibile presenza di ponti acustici dovuti alle trasmissioni attraverso le strutture dell'edificio. Eventuale rasatura delle lastre con stucco bianco, stucco pronto in pasta ad essiccazione ad aria.

Reazione al fuoco A1: Nel caso di richiesta di reazione al fuoco in Euroclasse A1, sostituire le lastre in gesso rivestito fibrato poste nello strato a vista con le lastre in gesso rivestito fibrato.

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

Miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti interni grazie alla riduzione e alla neutralizzazione fino al 70% della formaldeide presente negli ambienti interni.

Potere fonoisolante – $R_w = 65$ dB

Resistenza al fuoco: EI120

Portata ai carichi > 49 Kg per singolo punto di fissaggio con tassello $\Phi 6$ mm.

Ambienti umidi H1 Ridottissimo assorbimento d'acqua superficiale (<5%).

Manufatti di pietre naturali o ricostruite

Generalità

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Valori indicativi di tenacità

Roccia	Tenacità
Calcere Gneiss Granito Arenaria calcarea	1 1,20 1,50 1,50 2,30
Basalto Arenaria silicea	2,60

Valori indicativi di resistenza a taglio

Roccia	Carico di rottura (MPa)
Arenarie Calcere Marmi Granito Porfido	3-9 5-11 12 15 16 18-34
Serpentini Gneiss	22-31

Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili a uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.) e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 12670 - *Pietre naturali. Terminologia.*

Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti ulteriori caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI EN 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **UNI EN 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **UNI EN 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **UNI EN 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

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

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12370 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali;*

UNI EN 12371 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza al gelo;*

UNI EN 12372 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato;*

UNI EN 12407 - *Metodi di prova per pietre naturali. Esame petrografico;*

UNI EN 13161 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

UNI EN 13364 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio;*

UNI EN 13373 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi;*

UNI EN 13755 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

UNI EN 13919 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO₂ in presenza di umidità;*

UNI EN 14066 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico;*

UNI EN 14146 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza);*

UNI EN 14147 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina;*

UNI EN 14157 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

UNI EN 14158 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'energia di rottura;*

UNI EN 14205 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della durezza Knoop;*

UNI EN 14231 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo;*

UNI EN 14579 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della velocità di propagazione del suono;*

UNI EN 14580 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo elastico statico;*

UNI EN 14581 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica;*

UNI EN 1925 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità;*

UNI EN 1926 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

UNI EN 1936 - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

Manufatti da lastre

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refileate;
- listelli;
- modulmarmo/modulgranito.

Manufatti in spessore

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- cubetti di porfido;
- smoller;
- lastre di ardesia;
- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

Generalità. Definizioni

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo compongono sono quelli definiti dalla norma **UNI 7998**, in particolare:

- rivestimento: strato di finitura;
- supporto: strato sottostante il rivestimento;
- suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- massiciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
- strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liquidi;
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
- strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

NORME DI RIFERIMENTO GENERALI

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*

UNI 7998 - *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;*

UNI 7999 - *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*

NORME DI RIFERIMENTO PER RIVESTIMENTI RESILIENTI PER PAVIMENTAZIONI

UNI CEN/TS 14472-1 - *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;*

UNI CEN/TS 14472-2 - *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;*

UNI CEN/TS 14472-3 - *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti laminati per pavimentazioni;*

UNI EN 1081 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*

UNI EN 12103 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche;*

UNI EN 12104 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica;*

UNI EN 12105 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero;*

UNI EN 12455 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero;*

UNI EN 12466 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario;*

UNI EN 13893 - *Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;*

UNI EN 1399 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta;*

UNI EN 14041 - *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;*

UNI EN 14085 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco;*

UNI EN 14565 - *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche;*

UNI CEN/TS 15398 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni;

UNI CEN/TS 15398 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

UNI EN 1815 - Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

UNI EN 1818 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante;

UNI EN 423 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia;

UNI EN 424 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile;

UNI EN 425 - Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote;

UNI EN 426 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli;

UNI EN 427 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

UNI EN 428 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale;

UNI EN 429 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati;

UNI EN 430 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica;

UNI EN 431 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione tra gli strati;

UNI EN 432 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione;

UNI EN 433 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico;

UNI EN 434 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e dell'incurvamento dopo esposizione al calore;

UNI EN 435 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità;

UNI EN 436 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica;

UNI EN 660-1 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di Stuttgart;

UNI EN 660-2 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2: Prova di Frick-Taber;

UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

UNI EN 662 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;

UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;

UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della essudazione dei plastificanti;

UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;

UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;

UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;

UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;

UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;

UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;

UNI EN 686 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;

UNI EN 687 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati composti di sughero;

UNI EN 688 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA

UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

Requisiti di accettazione

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma UNI 7999. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma UNI 7999, nello specifico:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (metodo B) a temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle piastrelle non smaltata deve essere levigata.

I tre gruppi di assorbimento d'acqua (*E*) per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma **UNI EN 14411** sono schematizzati nella tabella.

Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica

Assorbimento d'acqua (<i>E</i>) in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BI ^a E ≤ 0,5%	Gruppo BI ^b 0,5% < E ≤ 3%	Gruppo AII ^a 3% < E ≤ 6%	Gruppo AII ^b 6% < E < 10%	Gruppo BII ^a 3% < E ≤ 6%	Gruppo BII ^b 6% < E ≤ 10%	Gruppo III E > 10%
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

Imballaggi e indicazioni

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **UNI EN 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **UNI EN 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:

- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

Designazione

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **UNI EN 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **UNI EN 14411**, che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

Prodotti in gomma per pavimentazioni

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma **UNI 8272-2**.

Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
- rotoli: lunghezza ± 1%, larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm;
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;

- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
 - la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
 - la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
 - il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine a un contrasto di colore maggiore oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**;
 - il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
 - i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
- Il foglio di accompagnamento indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le informazioni di cui ai punti sopraelencati.

Norme di riferimento

UNI 8272-1 - Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto;
UNI 8272-2 - Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;
UNI 8272-6 - Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;
UNI EN 12199 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;
UNI EN 14521 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;
UNI EN 1816 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;
UNI EN 1817 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;
UNI EN 1903 - Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.

Prescrizioni per i prodotti base di policloruro di vinile

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

I prodotti di vinile, omogenei e non, e i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

UNI EN 649 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 650 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 651 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;
UNI EN 652 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;
UNI EN 653 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;
UNI EN 654 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 655 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 718 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni;
UNI EN 13413 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;
UNI EN 13553 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali - Specifiche;
UNI EN 13845 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni, a seconda del tipo di prodotto, devono rispondere alle prescrizioni progettuali e a quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

Mattonelle di conglomerato cementizio

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi e di terrazze. Devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0,2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l'esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

Norme di riferimento

Le mattonelle di *conglomerato cementizio* dovranno rispondere alle seguenti norme:

UNI 2623 - *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio*;

UNI 2624 - *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio*;

UNI 2625 - *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio*;

UNI 2626 - *Marmette quadrate di conglomerato cementizio*;

UNI 2627 - *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio*;

UNI 2628 - *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio*.

Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica. Per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o completamento di esso, alle seguenti prescrizioni:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15\%$ per il singolo massello e $\pm 10\%$ sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per il singolo elemento e $\pm 3\%$ per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alla seguente norma:

UNI EN 1338 - *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova*.

Prodotti in pietre naturali

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- l'elemento lapideo naturale è un elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- l'elemento lapideo ricostituito (conglomerato) è un elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- la lastra rifilata è un elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- la marmetta è un elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- la marmetta calibrata è un elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- la marmetta rettificata è un elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma **UNI 9379** (norma ritirata senza sostituzione).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengano la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura per urto, alla rottura per flessione, all'usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia, la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiabile

Per *pavimentazione antisdrucchiabile* si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;

- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli ed essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati a elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

Controsoffitti

La controsoffittatura interna, modulare in lana di roccia ad alta densità con velo vetro, modulo 600x600, sarà costituita dagli elementi sottoelencati:

- Pannelli in lana di roccia ad alta densità da 22 mm di spessore, rivestiti nella faccia a vista con un velo di vetro decorativo e con un velo di vetro naturale sulla faccia opposta. I pannelli sono in Euroclasse A1, hanno resistenza all'umidità pari al 100%;
- Struttura a vista da 24 mm a T rovescio in lamiera d'acciaio zincato. Tali profili realizzano una maglia modulare da 600x600 mm costituita da: 1) profilo portante, da 3700 mm, posto ad interasse di 1200 mm (distanza dei profili portanti dalle pareti max 375 mm); 2) profilo primario, da 1200 mm, perpendicolare al profilo portante e posto ad interasse di 600 mm; 3) profilo secondario, da 600 mm, perpendicolare al profilo primario e posto ad interasse di 1200 mm; 4) ganci di sospensione regolabili agganciati alla struttura portante posti ad interasse di 1200 mm; 5) profili guida perimetrali a C 25x42x18 mm solidarizzati meccanicamente alle pareti perimetrali mediante accessori di fissaggio; 6) clip antisollevamento.

Caratteristiche prestazionali

Reazione al fuoco – classe A1 ai sensi della norma EN 13501-1

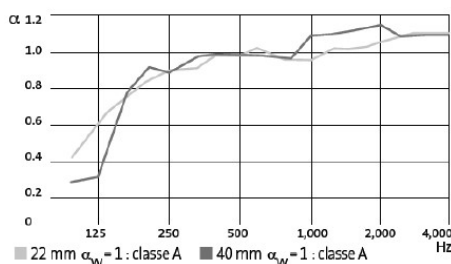
Tenuta all'acqua – 100% resistente, qualunque sia il livello di umidità relativa dell'acqua

Potere fonoassorbente – $\alpha_w = 1$

QAI – classificazione A+

Resistenza termica per spessore pari a 40 mm $R=1,14 \text{ m}^2\text{K/W}$

Assorbimento acustico



Riflessione luminosa

Coefficiente di riflessione luminosa superiore a 85% per il bianco.

Fabbisogno di illuminazione

Riduzione del fabbisogno di illuminazione dell'11% grazie al biancore del rivestimento tecnico e al potere di riflessione luminosa.

Apporto di luce naturale

I controsoffitti diffondono la luce del giorno e contribuiscono all'apporto di luce naturale. Il fattore luce del giorno (FLJ) può essere incrementato fino al 6%. Inoltre, l'indice colorimetrico (L.a.b) è prossimo al bianco puro, il che garantisce una migliore qualità della luce diffusa.

Reazione al fuoco

Secondo la norma EN 13501-1: Euroclasse A1 per bianco; Euroclasse A2-s1,d0 per colori e decori.

Risultato	Dimensioni (in mm)	Spessore (in mm)	Norma
REI da 20 a 45 (a seconda dell'elemento costitutivo, per pannelli singoli)	600 x 600	22/40	UNI-EN 13381-1
REI da 60 a 120 (a seconda dell'elemento costitutivo, per pannelli + 160 mm di Euroclasse 603)	600 x 600	22/40	UNI-EN 13381-1
REI 180	600 x 600	22/40	UNI-EN 1365-2
REI 120	600 x 600	40	UNI-EN 1365-2

Marchio CE

N.DOP:0007-01 per il bianco

N.DOP:0007-02 per colori e decori

Ambiente e salute

Le lane minerali sono riciclabili e gli scarti della produzione sono per la maggior parte riciclati nel corso del processo produttivo. Certificazione ISO14001:2004 "Sistema di gestione ambientale". I pannelli in lana di roccia sono fabbricati con fibre esonerate dalla classificazione cancerogena (Direttiva europea 1272/2008 modificato dalla Direttiva europea 790/2009). Secondo il Centro internazionale di ricerca sul cancro, le lane minerali non sono classificabili come cancerogene per l'uomo (gruppo 3).

Qualità dell'aria interna

Il prodotto è provvisto di etichetta sanitaria A+ in base all'etichettatura resa obbligatoria in Francia, dal 1° gennaio 2012, in materia di Qualità dell'aria interna. Classe M1 del label "Air Indoor Climate" finlandese.

Posa in opera

Si potrà fare riferimento alle prescrizioni del DTU 58.1 norme NF P 68203-1 e 2 e altri DTU in vigore in base alla natura dei locali. Si consiglia di prevedere una circolazione dell'aria tra i locali e il plenum al fine di equilibrare la temperatura e le pressioni da una parte all'altra del controsoffitto. I pannelli possono essere facilmente tagliati con un cutter, senza fare rumore né polvere. I pannelli sono segnati sul retro con il senso della direzione di posa.

Manutenzione

La superficie dei controsoffitti può essere pulita con una spazzola morbida e/o con un aspirapolvere; una pulizia regolare contribuisce alla durata nel tempo del pannello.

Norme di riferimento

UNI EN 13964 - Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 14246 - Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

Caratteristiche

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.).

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:

- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

Per ciò che concerne, infine, la collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento, si distinguono:

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa.

Prodotti rigidi. Rivestimenti murali

Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di *ceramica artistica e tradizionale* e di *ceramica di qualità*, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto. Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

Lastre di pietra naturale

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o a integrazione di indicazioni progettuali valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 28. Devono essere comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati e alla loro quota dal pavimento (o suolo) oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione e produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco e anche REI 60/90/120' di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti a una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Norma di riferimento

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 12781 - *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero.*

Prodotti fluidi o in pasta

Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti proprietà:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI. Per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9727 - *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;*

UNI 9728 - *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.*

ARMATURA DEGLI INTONACI INTERNI

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Vernici, smalti, pitture, ecc.

Generalità

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

Vernici protettive antiruggine

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

Smalti

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

Idropitture lavabili

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata. Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile. La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

Norme di riferimento

UNI 10997 - Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;

UNI 8681 - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

UNI 8755 - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

UNI 8756 - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

UNI 8757 - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

UNI 8758 - Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

UNI EN 1062-1 - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

UNI EN 1062-3 - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

UNI EN 1062-6 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

UNI EN 1062-7 - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;

UNI EN 1062-11 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove;

UNI EN 13300 - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione;

UNI EN 927-1 - Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;

UNI EN 927-2 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;

UNI EN 927-3 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;

UNI EN 927-5 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

UNI EN 927-6 - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua;

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-5 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

UNI 10527 - Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti similari. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;

UNI 10560 - Prodotti vernicianti. Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;
 UNI 11272 - Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;
 UNI 8305 - Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;
 UNI 8405 - Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;
 UNI 8406 - Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;
 UNI 8901 - Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.

Prodotti e componenti per facciate continue

Il progetto prevede l'utilizzo di sistemi coordinati per rivestimenti modulari su intelaiatura reticolare in profilati metallici in acciaio S235, ancorata all'edificio. Lo spessore dei moduli rigidi è di 40 mm, dimensioni: H100 cm, L variabile come da elaborati grafici di progetto. Il sistema prevede l'utilizzo di pannelli lisci, sandwich, monolitici, a planarità stabilizzata, provvisti di giunto a taglio termico, con fissaggio a scomparsa e predisposti per l'inserimento di profili speciali in alluminio estruso. Il modulo geometrico può avere uno sviluppo sia verticale che orizzontale. La finitura Completano il sistema una serie di elementi di finitura a taglio termico quali angoli curvi, angoli retti, spigoli ed ottavi di sfera, soglie, stipiti ed architravi per infissi, oltre a moduli speciali sottomultipli e raccordi realizzati a disegno.

CARATTERISTICHE TECNICO-PRESTAZIONALI

La particolare conformazione dei bordi dei pannelli e l'utilizzo di speciali profili e guarnizioni per il giunto perimetrale degli stessi assicurano una perfetta tenuta agli agenti atmosferici. Le guarnizioni con canaletta incorporata sono unite tra di loro (agli incroci) tramite un elemento di chiusura a tenuta.

Isolante PUR (poliuretano espanso esente da CFC, auto-estinguente, ottenuto secondo norma UNI EN 13165) Densità 40 Kg/m³, Coefficiente di conducibilità termica $\lambda = 0,022 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, resistenza alla compressione 140-150 KPa, impermeabilità 98% di cellule chiuse (materiale anigroscopico).

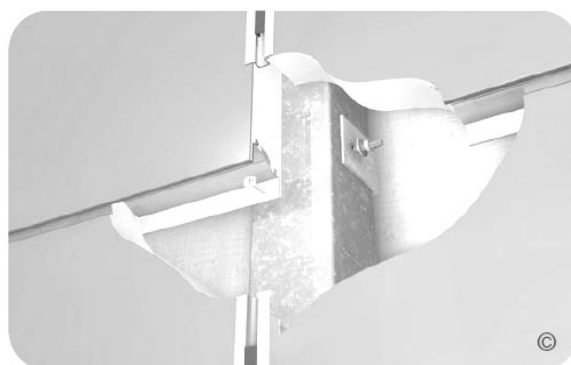
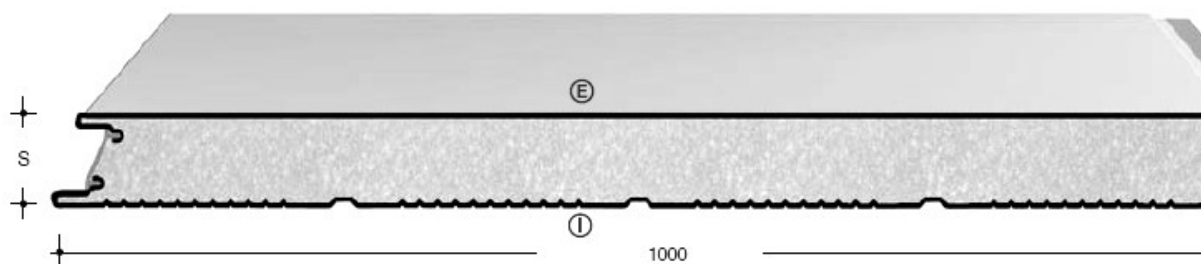
Isolamento pannello $K = 0,41 \text{ Kcal./m}^2\text{hx}^\circ\text{C}$

Tolleranze: spessore $h \leq 100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, $h \geq 100 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$; lunghezza $\pm 5 \text{ mm}$; planarità $L \leq 300 \text{ mm } s \leq 1\%$, $h > 300 \text{ mm } s \leq 3 \text{ mm}$ (L = distanza tra gli estremi di misurazione, distanza s ogni 1000 mm); fuori squadra del taglio: $s \leq 0,5$ della larghezza utile; passo tra le greche: $h \leq 50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

S spessore mm	CONDIZIONI DI CARICO			U.M.	Carichi utili di esercizio uniformemente distribuiti in KG/m ²									
	K $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{hx}^\circ\text{C}}$	W $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$	peso Kg/m ²		Distanza tra gli appoggi in m l									
					2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
40	0,41	0,47	10,15	Kg/m ²	166	125	90	70	55	178	140	108	85	70
				KN/m ²	1,63	1,22	0,88	0,68	0,54	1,74	1,37	1,05	0,83	0,68
50	0,33	0,38	10,53	Kg/m ²	225	160	120	90	70	245	182	140	115	90
				KN/m ²	2,21	1,57	1,18	0,88	0,68	2,41	1,78	1,37	1,13	0,88
60	0,27	0,32	10,91	Kg/m ²	289	216	142	115	85	321	237	181	141	115
				KN/m ²	2,83	2,12	1,39	1,13	0,83	3,15	2,32	1,77	1,38	1,13

CONDIZIONI DI CARICO CON SUPPORTI IN ACCIAIO

I valori indicati nelle tabelle prevedono una freccia $f \leq 1/200$ della luce l (m) e si riferiscono ai pannelli con spessore dei supporti in ACCIAIO 0,5-0,5 mm.
 La lettera ① ② indica il lato eventualmente preverniciato.



Particolare giunto

NORMATIVE

Il sistema risponde alle seguenti normative certificate:

Permeabilità all'aria A3 (UNI EN 42)

Tenuta all'acqua E4 (UNI EN 86)

Resistenza al vento (V3 (UNI EN 77).

Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di $\pm 0,5$ mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di ± 2 mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

Blocchi di gesso

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua devono essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.

In mancanza di norme italiane specifiche si potrà fare riferimento alla norma **DIN 18163**.

In cantiere, il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

Impermeabilizzazioni e coperture piane

Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

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

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;

UNI EN 1504-1 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 1: Definizioni;

UNI EN 1504-2 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;

UNI EN 1504-3 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale.

ISOLAMENTO E IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA COPERTURA

- 1 Struttura portante
- 2 Strato di imprimitura
- 3 Strato di separazione e/o scorrimento
- 4 Barriera al vapore
- 5 Strato di collante
- 6 Pannello isolante
- 7 Primo elemento di tenuta
- 8 Secondo elemento di tenuta
- 9 Tessuto non tessuto
- 10 Massetto in calcestruzzo armato con rete metallica

N	Strato	s [m]	r [kg/m ³]	l [W/mK]	c [J/kgK]	m [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S ₀ [m]
1	Massetto in calcestruzzo armato	0,06	2000,00	1,060	1000,0	1	120,0	0,06	0,06
2	Tessuto non tessuto	0,001	100,00	0,050	1000,0	1	0,1	0,02	0,00
3	Membrana bitume-polimero 4 mm	0,004	1100,00	0,170	1000,0	20000	4,4	0,02	80,0
4	Membrana bitume-polimero 4 mm	0,004	1100,00	0,170	1000,0	20000	4,4	0,02	80,0
5	Bitume (velo vetro incollato con bitume al pannello sp. 100 mm)	0,002	1050,00	0,170	1000,0	50000	2,1	0,01	100,0
6	Isolante 100 mm	0,098	97,00	0,037	1030,0	1	9,5	2,65	0,10
7	Isolante 60 mm	0,060	97,00	0,037	1030,0	1	5,8	1,62	0,06
8	Barriera al vapore - alluminio + velo vetro + bitume	0,002	1250,00	0,200	1000,0	1500000	2,0	0,01	2400,0

9	Strato diffusione del vapore - velo di vetro + bitume	0,001	1200,00	0,400	1000,0	1	1,2	0,00	0,00
10	Ecoprimer - Primer	0,02	1030,00	0,170	1000,0	20000	2,1	0,01	40,00
11	Laterocemento sp.23 cm	0,220	1214,00	0,667	836,8	15	267,1	0,33	3,30
12	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	1800,00	0,900	836,8	20	27,0	0,02	0,30

s spessore
r densità
l conduttività
c calore specifico
m fattore di resistenza al vapore
M_s massa superficiale
R resistenza termica
S₀ spessore equivalente d'aria

Posa in opera

Formare sull'elemento portante un massetto di pendenza (2-4%), allo scopo di garantire un efficace smaltimento delle acque. Dopo aver eliminato ogni asperità che possa compromettere l'aderenza o provocare il punzonamento del manto impermeabile, preparare il piano di posa stendendo a spruzzo o a pennello, ad esclusione delle zone dove saranno posati in modo geometricamente corretto gli aerato-ri, una mano di primer bituminoso, in quantità non inferiore a 300 g/m², avente le seguenti caratteristiche:

- Primer a base di gel di bitume in emulsione acquosa, privo di sostanze solventi
- Resa: consumo da 0,25 a 0,40 Kg/mq, in base alla porosità e alla regolarità della superficie
- Essiccazione: essiccazione in superficie di circa 60 min. a 20°C.

Posare a secco uno strato di diffusione del vapore costituito da un velo di vetro bitumato forato del peso di 1,2 kg/mq:

- Fori regolari di 40 mm di diametro, numero di fori non inferiore a 100/mq
- Temperatura di rammollimento = 110°C stabilità longitudinale assicurata dalla norma UNI EN 1107-1.

Applicare una barriera al vapore costituita da una membrana bituminosa armata con velo di vetro e lamina di alluminio, saldandola a fiamma sullo strato fun-zionale della copertura avendo cura di ancorare la membrana in aderenza totale in prossimità dei fori dello strato di diffusione.

Incollare i pannelli con mastice bituminoso, in emulsione acquosa privo di sostanze solventi (in quantità non inferiore a 1,5 kg/m²).

Posare il primo strato di isolamento termoacustico, costituito da pannelli rigidi in lana di vetro, avente le seguenti caratteristiche: Conduttività termica: $\lambda_d=0,037$ W/mK resistenza alla compressione: 50 Kpa Rivestimento: Senza rivestimento Euroclasse di reazione al fuoco: A2-s1,d0

Parametri stazionari	
Spessore totale	0,469 m
Massa superficiale	445,7 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	418,7 kg/m ²
Resistenza termica R	4,91 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,03 W/m ² K	0,02 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,16	0,11
Sfasamento	13h 48'	14h 59'
Capacità interna	66,7 kJ/m ² K	52,4 kJ/m ² K
Capacità esterna	112,6 kJ/m ² K	96,0 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,83 W/m ² K	3,80 W/m ² K
Ammettenza esterna	8,19 W/m ² K	6,98 W/m ² K

Posare il secondo strato di isolamento termoacustico, costituito da pannelli rigidi in lana di vetro, avente le seguenti caratteristiche: Conduttività termica: $\lambda_d=0,037$ W/mK resistenza alla compressione: 50 Kpa Rivestimento: Rivestito su una faccia con un velo di vetro bitumato Euroclasse di reazione al fuoco: F.

Applicare il primo strato dell'impermeabilizzazione, costituito da una membrana bituminosa prefabbricata elastoplastomerica BPP armata con poliestere 4 mm, avente le seguenti caratteristiche: Spessore: 4 mm con tolleranza massima 0,2 mm Armatura: tessuto non tessuto di poliestere ad alta grammatura rinforzato con filo continuo in fibra di vetro Flessibilità a freddo: -10°C Stabilità di forma a caldo: 120°C (110° C dopo invecchiamento) Resistenza a trazione a rottura: L/T (50 mm)= 700/500 N Resistenza alla lacerazione: L/T = 150 / 150 N Resistenza alla trazione delle giunzioni: L/T (50 mm)= 600/400 N Allungamento a rottura: L/T = 45% / 45% Resistenza al punzonamento dinamico: 900 mm incollata a fiamma.

Risvoltare i teli sui rilievi verticali, almeno 20 cm oltre il massimo livello previsto per le precipitazioni atmosferiche. Applicare il secondo strato dell'impermeabilizzazione, costituito da una membrana bituminosa prefabbricata elastoplastomerica BPP armata con poliestere 4 MM, avente le seguenti caratteristiche Spessore: 4 mm con tolleranza massima 0,2 mm Armatura: tessuto non tessuto di poliestere ad alta grammatura rinforzato con filo continuo in fibra di vetro Flessibilità a freddo: -10°C Stabilità di forma a caldo: 120°C (110° C dopo invecchiamento) Resistenza a trazione a rottura: L/T (50 mm)= 700/500 N Resistenza alla lacerazione: L/T = 150 / 150 N Resistenza alla trazione delle giunzioni: L/T (50 mm)= 600/400 N Allungamento a rottura: L/T = 45% / 45% Resistenza al punzonamento dinamico: 900 mm incollata a fiamma. Risvoltare i teli sui rilievi verticali, almeno 20 cm oltre il massimo livello previsto per le precipitazioni atmosferiche.

Posare a secco uno strato di separazione costituito da un tessuto non tessuto di poliestere di grammatura non inferiore a 300 g/m2

Vetri

Generalità

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

Campioni

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre sono indicati sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7143 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

UNI 6534-74 - Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;

UNI 7143-72 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

UNI 7697 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.

Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico

Vetri di sicurezza

Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma UNI 7142. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (vedere **UNI EN 572-1**). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 7142 - Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento.

Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico.

Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione, possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;

- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto.

Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**;

- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alla norma **UNI EN ISO 12543-2**, **UNI EN 356** e **UNI EN 1063**;

- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 12543-1 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti*;

UNI EN ISO 12543-2 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza*;

UNI EN ISO 12543-3 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato*;

UNI EN ISO 12543-4 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità*;

UNI EN ISO 12543-5 - *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi*;

UNI EN ISO 12543-6 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto*;

UNI EN 356 - *Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale*;

UNI EN 1063 - *Vetrerie di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili*;

UNI EN 12600 - *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano*;

UNI EN 13541 - *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni*.

VETRO STRATIFICATO PENSILINA NORD

Il vetro è di tipo stratificato 8 temprato + pvb mm.1,52+8, indurito molato filo perimetro.

Per il completamento della struttura di copertura della pensilina sono previsti tubolari in alluminio anodizzato scuro, sezione mm 32xH.31 (ingombro totale H. mm. 33 circa), paralleli fra loro ed il lato lungo del vetro stratificato, sigillati entrambi sulla superficie del vetro, quella rivolta verso l'interno dell'edificio, con specifico silicone strutturale tipo Sikasil. I manufatti sono conformi alle seguenti normative:

- per le azioni: NTC DM 17.01.2018;
- criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697, febbraio 2015;
- istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali di vetro CNR – DT 210/2013.

Al presente documento si allega apposita Dichiarazione di Conformità.

Vetro antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;

- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio di classe REI può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio, la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce a ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio di caratteristiche.

La classe REI del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 357 - *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco*;

UNI EN 1634-1 - *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili*.

Vetri sicurezza per impianti di ascensore

Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: *Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato*.

Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 30 x 30 cm appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.

Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 50 cm, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova, la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto. La lastra di vetro temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova, la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m. La lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti.

Le prove devono essere fatte con temperature ambientali comprese fra i 15 °C e i 25 °C.

Prova di flessione

Tale prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per l'applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi, è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.

Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile con larghezza maggiore di 60 cm o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1,00 m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7144 - Vetri piani. Isolamento termico;

UNI EN 12758 - Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

UNI EN 1279-1 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

UNI EN 1279-2 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

UNI EN 1279-3 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

UNI EN 1279-4 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

UNI EN 1279-5 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

UNI EN 1279-6 - Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

Vetri piani profilati a U

I vetri piani profilati a U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione a U, con la superficie liscia o lavorata e traslucida alla visione. I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma **UNI EN 572-7**, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, onde, graffi o inclusioni. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro. Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma **UNI EN 572-7** deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;

- larghezza nominale B in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta d in millimetri;
- lunghezza nominale H in millimetri;
- riferimento alla norma **UNI EN 572-7**.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 572-7 - *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.*

Serramenti

Definizioni

Si definiscono *infissi* gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose, energia, aria, ecc.

Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi.

I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7895 - *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

UNI 8369-1 - *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;*

UNI 8369-2 - *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;*

UNI 8369-3 - *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;*

UNI 8369-4 - *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;*

UNI 8369-5 - *Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;*

UNI 8370 - *Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.*

Campioni

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato a un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti.

Tipologie dei serramenti di progetto

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nella tabella.

Tipologie e caratteristiche tecniche dei serramenti di progetto

Marcatura CE

Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:

- porte per uso esterno a esclusivo uso dei pedoni (a una o due ante; con pannelli laterali e/o sopra-luce);
- porte destinate a uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);

- porte finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;
- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;
- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

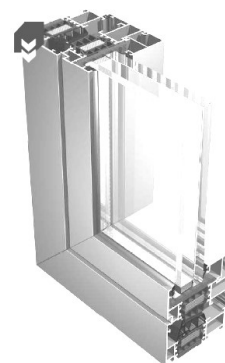
NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 14351-1 - *Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.*

Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.



Forme. Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono - nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) - resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto, dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
- controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare, trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

Vetro

33.1 Acustico + 15 gas (0.036) + 33.1 Acustico $U_g = 1.0$ $Db = 42 (-2 -7)$.

Serramenti

I serramenti sono costituiti da billette allo stato omogeneizzato in lega EN AW-6060 con caratteristiche meccaniche secondo norme EN 755-2, con tolleranze ristrette di composizione adatta per ossidazione anodica o verniciatura. Tutti gli estrusi vengono forniti allo stato fisico T5; le tolleranze dimensionali sono conformi alla norma EN 12020-2. L'interruzione del ponte termico è ottenuto tramite l'inserimento di speciali barrette in poliammide rinforzato aggraffate meccanicamente agli estrusi di alluminio previa operazione di zigrinatura. Una notevole stabilità meccanica dei profilati e la prestazione termica è garantita da barrette isolanti alveolari in poliammide rinforzato da 28,5 mm. La trasmittanza termica media dei telai U_f ricava è conforme alle norme EN 12567-1 ed EN ISO 10077-2. Dimensioni per telaio fisso di mm 77,0, per telaio anta mobile di mm 87,0. Le guarnizioni, sia statiche che dinamiche, sono realizzate in EPDM, la guarnizione centrale (giunto aperto) è disposta in posizione arretrata in modo da consentire un'abbondante camera di equalizzazione delle pressioni. Il sistema utilizza accessori di elevata qualità studiati per garantire al prodotto la massima sicurezza ed affidabilità. Le squadrette per l'unione angolare sono in lega primaria di alluminio.

Le cerniere, anch'esse in alluminio estruso, sono dotate di boccole in materiale sintetico antieffrazione con perni e viterie in acciaio inox. Il sistema permette l'utilizzo di vetri o pannelli aventi spessore da 342 a 50 mm. Il bloccaggio dei vetri avviene tramite fermavetri e guarnizioni interne ed esterne in EPDM. I trattamenti superficiali di ossidazione anodica, elettrocolorazione e di verniciatura sono eseguiti nel rispetto di quanto previsto dalle normative richieste per ossidazione e verniciatura. Per garantire il massimo delle prestazioni in funzionalità e durata, il sistema è sottoposto ai collaudi prescritti dalle Normative europee vigenti coi seguenti risultati:

Permeabilità all'acqua (EN 12207)	4
Tenuta all'acqua (EN 12208)	E1200
Resistenza al vento (EN 12210)	C5
Resistenza all'effrazione (ENV 1627)	2

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. Lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente - viti, bulloni, ecc. - e per aderenza -colle, adesivi, ecc. - e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbalzi, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

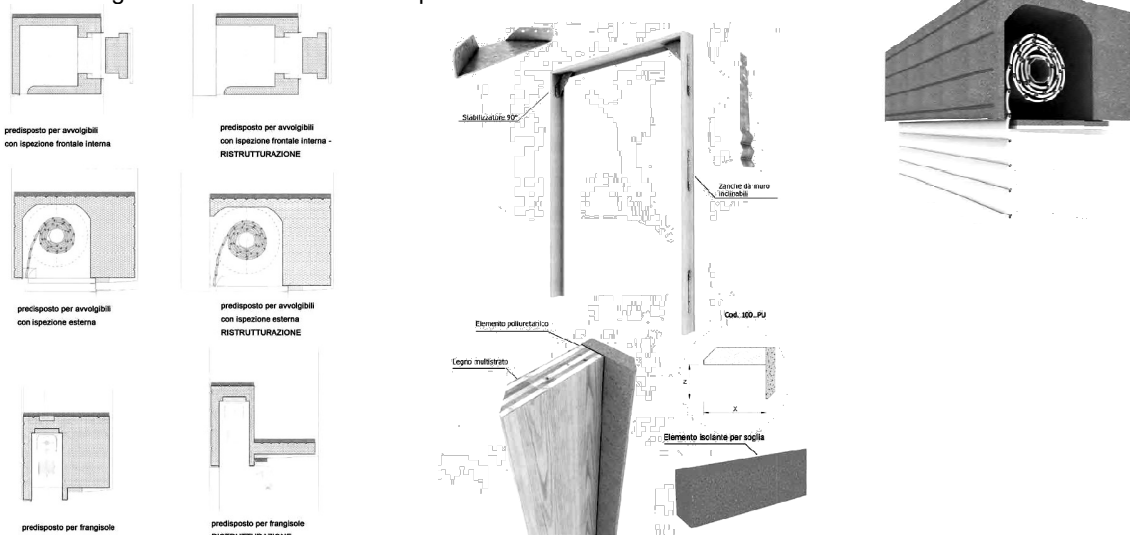
- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle sezioni resistenti, delle conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e sulla durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Cassonetti

I cassonetti singoli di progetto sono predisposti per avvolgibili con ispezione dal basso interna. Essi sono completamente isolati acusticamente e termicamente, realizzati in EPS Neopor 300 (40 kg/mc) ad alta densità, completo di rullo e supporti con predisposizione manovra motorizzata; guida avvolgibile (colori Ral STD), avvolgibile in PVC (colori STD), motorizzazione (escluso allacciamento elettrico).

I controtelai, provvisti di stabilizzatore a 90° e zanche da muro inclinabili, saranno realizzati in legno multistrato con elementi poliuretanici.



Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm).

Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm e gli eventuali vetri siano collocati a una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Materiali e norme di riferimento

ALLUMINIO

a) telai:

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

UNI EN 12020-1 - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;

UNI EN 12020-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 14024 - Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.

b) laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

UNI EN 485-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;

UNI EN 754-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.

c) getti in alluminio:

UNI EN 1706 - Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

PROFILI IN ACCIAIO

a) telai:

UNI EN 10079 - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.

b) laminati a caldo:

UNI 10163-1 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;

UNI EN 10163-3 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;

UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

UNI EN 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

UNI EN 10025-6 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

c) lamiere a freddo:

UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;

UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

d) lamiere zincate:

UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.

ACCIAIO INOSSIDABILE

a) telai:

UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;

UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

LEGA DI RAME

a) telai:

UNI EN 13605 - Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.

b) lamiere in rame:

UNI EN 13599:2003 - Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.

Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) alluminio:

UNI EN 12206-1 - Pitture e vernici. Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche. Parte 1. Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.

b) acciaio:

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-5 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:

UNI ISO 2081 - Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.

- zincatura a spruzzo:

UNI EN 22063 - Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe.

- cadmiatura:

UNI 4720 - Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.

- cromatura:

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.

c) acciaio inossidabile:

UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

Accessori

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento la prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.

Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

Guarnizioni

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico e inoltre devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12365-1 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

UNI EN 12365-2 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

UNI EN 12365-3 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;
UNI EN 12365-4 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;
UNI 9611 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;
UNI EN 26927 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;
UNI EN 27390 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;
UNI EN 28339 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;
UNI EN 28340 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;
UNI EN 28394 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;
UNI EN 29048 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

Caratteristiche dei vetri

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare e sicurezza.

La trasmittanza termica non deve essere inferiore a $1.7 \text{ W/m}^2\text{K}$, certificato da un laboratorio ufficiale, in conformità alla norma **UNI EN 410**.

I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma **UNI EN ISO 1077**.

Tipologie dei vetri dei serramenti

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 410 - Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;
UNI EN ISO 10077-1 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;
UNI EN ISO 10077-2 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

a) vetri isolanti:

UNI EN 1279-1 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;
UNI EN 1279-2 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;
UNI EN 1279-3 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;
UNI EN 1279-4 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;
UNI EN 1279-5 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;
UNI EN 1279-6 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

b) vetro di silicato sodo-calcico:

UNI EN 572-1 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;
UNI EN 572-2 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float;
UNI EN 572-5 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;
UNI EN 572-4 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato.

c) vetro profilato armato e non armato

UNI EN 572-3 - Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodo-calcico. Parte 3: Vetro lustro armato;
UNI EN 572-6 - Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato;
UNI EN 572-7 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato.

d) vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza:

UNI EN ISO 12543-1 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;

UNI EN ISO 12543-2 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;
 UNI EN ISO 12543-3 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;
 UNI EN ISO 12543-4 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;
 UNI EN ISO 12543-5 - Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;
 UNI EN ISO 12543-6 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto.

e) vetro rivestito:

UNI EN 1096-1- Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;
 UNI EN 1096-2 - Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;
 UNI EN 1096-3 - Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;
 UNI EN 1096-4 - Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto.

Porte e chiusure resistenti al fuoco

Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma UNI EN 1634-1 e, per quanto da essa richiamato, nelle norme UNI EN 1363-1 e UNI EN 1363-2.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla UNI EN 1363-1, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a), della norma UNI EN 1634-1. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al D.M. 20 aprile 2001.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e EI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente rispettivamente a E e a EI2. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e EI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal D.M. 20 aprile 2001.

Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma UNI EN 1363-1);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma UNI EN 1363-1) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

ISOLAMENTO I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma UNI EN 1634-1);

- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180 °C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

ISOLAMENTO I2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360 °C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento *W* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone a essa adiacenti.

Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento *W* per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta *E* significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento *W*.

Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati.

Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.

MARCHIO DI CONFORMITÀ

Per *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione. Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

LIBRETTO DI INSTALLAZIONE, USO E MANUTENZIONE

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato a ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

Norme di riferimento

D.M. 14 dicembre 1993 - *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

D.M. 27 gennaio 1999 - *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione;*

D.M. 20 aprile 2001 - *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni;*

D.M. 21 giugno 2004 - *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

UNI EN 1634-1 - *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

UNI EN 1634-3 - *Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo;*

UNI EN 1634-3 - *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

UNI EN 1363-1 - *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

UNI EN 1363-2 - *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

UNI ENV 1363-3 - *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

- elementi verniciati:

UNI 8456 - *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

UNI 8457 - *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

UNI 9174 - *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante;*

UNI EN ISO 1182 - *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.*

Giunti di dilatazione, giunti strutturali

GIUNTI DI DILATAZIONE

Generalità

Nelle pavimentazioni per interni devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali per esempio moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

Pavimenti

Sistema di giunzione a pavimento per giunti fino a 100 mm soggetti a movimenti fino a +/-25 mm adatto a traffico pedonale e carrabile leggero. Il sistema è

costituito da angolari in alluminio preforati di altezza variabile in funzione dello spessore della pavimentazione adiacente e guarnizione centrale deformabile supportata da mensole laterali. Per le specifiche si rimanda alle schede tecniche allegate in calce.

Pareti e soffitti interni

Coprigiunto in alluminio estruso a caldo per posa su pareti e soffitti finiti interni. Adatto a giunti piani o d'angolo (versioni A) con larghezza del giunto fino a 100 mm. Superficie in vista con finitura millerighe e sezione dotata di nervature di irrigidimento. Fornito completo di fori svasati, tasselli in Nylon e viti Inox. Colore alluminio naturale, preverniciato. In caso di fissaggio su pareti esterne il coprigiunto non garantisce la tenuta all'acqua. Per le specifiche si rimanda alle schede tecniche allegate in calce.

Pareti interne o esterne

Sistema di giunzione impermeabile ed a tenuta d'aria per giunti a parete interna o esterna con posa sul finito, per giunti di larghezza fino a 350 mm e movimento fino a +/-80 mm. Profili laterali in vista in alluminio zigrinato con fori svasati e guarnizione centrale a soffietto in gomma/PVC di colore grigio. Grazie alla sua conformazione il sistema è adatto indifferentemente a giunti piani e d'angolo con qualsiasi inclinazione. La posa sul finito permette di mascherare eventuali irregolarità del giunto grazie alle guarnizioni di appoggio in espanso cellulare. Inserimento della guarnizione dall'esterno a pressione per evitare scivolamenti. Per le specifiche si rimanda alle schede tecniche allegate in calce.

Collegamento manti impermeabili

Sistema di giunzione polivalente per il collegamento dei manti impermeabili in corrispondenza dei giunti di dilatazione di larghezza fino a 60 mm.

Il profilo è disponibile in 2 mescole speciali da usare a scelta con teli in PVC o poliolefina (mediante saldatura ad aria calda) e guaine bituminose (mediante sfiammatura). Il collegamento testa a testa ed eventuali pezzi speciali possono essere ricavati direttamente in cantiere tramite saldatura ad aria calda.

Le ali laterali possono essere facilmente risvoltate in verticale per coprire giunti a parete. Per le specifiche si rimanda alle schede tecniche allegate in calce.

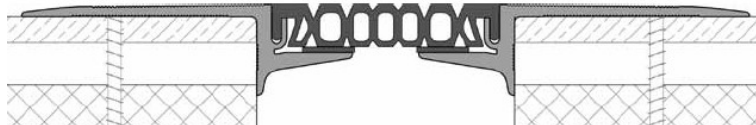
GIUNTI STRUTTURALI

Giunti a pavimento

Descrizione

Sistema di giunzione a pavimento per posa sul finito per giunti fino a 100 mm soggetti a movimenti fino a +/- 25 mm adatto a traffico pedonale e carrabile leggero. Il sistema è costituito da angolari in alluminio, con fori svasati e superfici zigrinate antiscivolo da fissare in vista sul pavimento e da una guarnizione centrale deformabile.

- Lunghezza barre 4 m
- Fissaggio autofilettante per ca L=60 mm
- Fissaggio con interasse 300 mm
- Guarnizioni di colore nero



Istruzioni

1 CONTROLLI: verifica della dimensione del giunto e della complanarità delle superfici d'appoggio del sistema di giunzione – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 5 mm;

2 CONTROLLI: verifica della rettilinearità del giunto rispetto al suo asse – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 5 mm;

3 RETTIFICA: rettifica del giunto per dimensioni superiori a GV + 1 cm o inferiore a GV -0,5 cm mediante taglio o spessori;

4 REGOLARIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA: Regularizzazione, mediante fresatura o doppio taglio e demolizione centrale e successiva rasatura in malta cementizia fibrata per bassi spessori Rck>350; entrambe le superfici di appoggio devono risultare perfettamente lisce e complanari;

5 ASSEMBLAGGIO: assemblaggio del sistema di giunzione a piè d'opera e taglio a misura (lunghezza). Avvicinare i profili laterali, sovrapporre l'eventuale profilo centrale sfalsandolo rispetto ai profili laterali, inserire la/e guarnizione/i in neoprene aiutandosi con sapone liquido e rullina metallica;

6 INSERIMENTO: inserimento a pressione del sistema di giunzione preassemblato;

7 FISSAGGIO MECCANICO DELLE ESTREMITA': fissaggio meccanico mediante gli idonei fissaggi forniti delle due estremità di ogni barra (ripetere operazione per tutte le barre) così da evitare spostamenti dell'allineamento;

8 FISSAGGIO MECCANICO: completare il fissaggio meccanico, nei fori predisposti, con gli idonei fissaggi forniti;

9 COMPLETAMENTO DEL FISSAGGIO DEI DUE PROFILI: completamento del fissaggio dei profili mediante apposita chiave dinamometrica;

10 PULIZIA DELLE PARTI IN VISTA: pulizia meccanica e mediante l'impiego di detergenti e sgrassanti, così da preparare il supporto alla successiva protezione a cura dell'impresa;

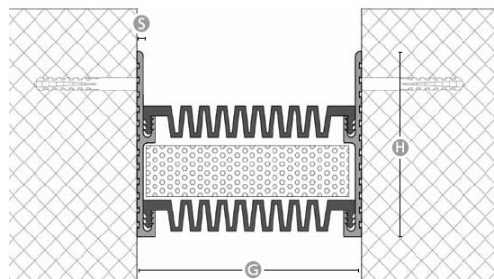
11 PROTEZIONE SISTEMA: il sistema viene fornito senza nastri di protezione poiché i collanti andrebbero rimossi dopo pochi giorni. Proteggere le parti in vista con nastri adesivi qualora sia possibile togliere rapidamente oppure rivestire con geotessuti e assiti lignei, o per proteggere il sistema da sporco ed urti in funzione delle dinamiche di cantiere.

Giunti a parete

Descrizione

Sistema di giunzione impermeabile a tenuta d'aria e per isolamento termico/acustico di giunti a parete esterna con posa compresa nello spessore di parete. Adatto a giunti di larghezza fino a 350 mm e con movimento fino a +/-80 mm. Il sistema è dotato di doppia guarnizione interna/esterna a soffietto in gomma/PVC di colore grigio con interposto strato isolante termico, fonoassorbente e autoestinguente. Profili laterali portanti in alluminio a scomparsa nello spessore di parete con fori svasati. Inserimento delle guarnizioni a pressione per evitare scivolamenti.

- Mitiga il ponte termico/acustico
- Lunghezza barre 4 m
- Lunghezza guarnizioni max 50 m
- Fissaggio Inox
- Guarnizioni di colore grigio



Istruzioni

1 CONTROLLI: verifica della dimensione del giunto e della complanarità delle superfici d'appoggio del sistema di giunzione – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 5 mm;

2 CONTROLLI: verifica della rettilinearità del giunto rispetto al suo asse – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 5 mm;

3 POSIZIONAMENTO DEI FILI FISSI PER L'ALLINEAMENTO: formazione di tracce, mediante utilizzo staggia con bolla, degli allineamenti – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 5 mm ogni 5 m rispetto allo squadro della superficie d'appoggio, senza sbalzi;

4 POSIZIONAMENTO DEI PROFILI: rispettando gli allineamenti precedentemente tracciati. Generalmente il sistema viene orientato con le guarnizioni ad infilare dall'esterno dell'edificio – VERIFICA DI TOLLERANZA: +/- 2 rispetto alla linea tracciata;

5 FISSAGGIO MECCANICO DELLE ESTREMITÀ': fissaggio meccanico, nei fori predisposti, mediante idonei fissaggi delle due estremità della barra (ripetere operazione per tutte le barre) così da evitare spostamenti dell'allineamento;

6 FISSAGGIO MECCANICO: completare il fissaggio meccanico, nei fori predisposti, con gli idonei fissaggi forniti;

7 INSERIMENTO GUARNIZIONE INTERNA: inserire la guarnizione nelle apposite sedi interna rispetto al fissaggio mediante pressione esercitata con rullina metallica previa lubrificazione con soluzione detergente; evitare soluzioni oleose;

8 INSERIMENTO COIBENTE: inserire i pani adesivi di coibente contro la guarnizione interna. Per tratte superiori ai 4 m si consiglia di integrare gli adesivi con un sostegno metallico (fissaggio o filo metallico);

9 INSERIMENTO GUARNIZIONE ESTERNA: inserire la guarnizione nelle apposite sedi esterna rispetto al fissaggio mediante pressione esercitata con rullina metallica previa lubrificazione con soluzione detergente; evitare soluzioni oleose;

10 PULIZIA DELLE PARTI IN VISTA: pulizia meccanica e mediante l'impiego di detergenti e sgrassanti, così da preparare il supporto alla successiva protezione a cura dell'impresa.

In particolare, per quanto riguarda i muri dell'intercapedine, verrà adoperato un giunto bentonitico di cui si allega scheda tecnica. Analogamente, si rimanda alle schede tecniche in calce al presente elaborato per ciò che concerne i giunti strutturali a pavimento/parete/soffitto.

Prodotti per isolamento termico

Generalità

I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

Isolante minerale in lana di vetro tipo ISOVER PAR GOLD

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento	Marcatura CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D	0,032	W/(m·K)	EN 13162	CE
Classe di reazione al fuoco	A1	-	EN 13501-1	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ	1	-	EN 12086	CE
Assorbimento d'acqua a breve periodo	≤ 1	kg/m ²	EN 1609	CE
Tolleranze dimensionali: lunghezza	$\pm 2\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: larghezza	$\pm 1,5\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: spessore	T1	mm	EN 823	CE
Squadratura	≤ 5	mm/m	EN 824	CE
Planarità	≤ 6	mm	EN 825	CE
Stabilità dimensionale	≤ 1	%	EN 1604	CE
Calore specifico	1.030	J/Kg·K	EN 12524	
Resistività al flusso d'aria PAR 45 4+	22	kPa·s/m ²	EN 29053	

Spessore (mm)	Resistenza termica dichiarata R_D (m ² K/W) CE	Dimensioni (m)	m ² /pallet
45	1,40	0,60 x 7,50	108,00
70	2,15	0,60 x 5,00	72,00
95	2,95	0,60 x 4,00	57,60

Isolante minerale in lana di vetro tipo SUPERBAC ROOFINE

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento
Conducibilità termica dichiarata λ_D	0,037	W/(m·K)	EN 12667
Classe di reazione al fuoco Superbac Roofine G3	F		EN 13501-1
Classe di reazione al fuoco SuperBac N Roofine G3	A2-s1,d0	-	EN 13501-1
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ Superbac Roofine G3	20.000		EN 12086
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ Superbac N Roofine G3	1	-	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve periodo	≤ 1	kg/m ²	EN 1609
Resistenza alla compressione con deformazione del 10%	> 50	kPa	EN 826
Resistenza al carico puntuale spessori 50 ÷ 60 mm	> 600	N	EN 12430
Resistenza al carico puntuale spessori 80 ÷ 140 mm	> 800	N	EN 12430
Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce	> 10	kPa	EN 1607
Tolleranze dimensionali: lunghezza	$\pm 2\%$	%	EN 822
Tolleranze dimensionali: larghezza	$\pm 1,5\%$	%	EN 822
Tolleranze dimensionali: spessore	T2	mm	EN 823
Squadratura	≤ 5	mm/m	EN 824
Planarità	≤ 6	mm	EN 825
Stabilità dimensionale	≤ 1	%	EN 1604
Calore specifico	1.030	J/Kg·K	EN 12524
Resistività al flusso d'aria	50	kPa·s/m ²	EN 29053

Isolante minerale in lana di vetro tipo ISOVER CLIMA 34

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento	Marcatura CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D	0,034	W/(m·K)	EN 12667	CE
Classe di reazione al fuoco	A2-s1,d0	-	EN 13501-1	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ	1	-	EN 12086	CE
Assorbimento d'acqua a breve periodo	≤ 1	kg/m ²	EN 1609	CE
Resistenza alla compressione con deformazione del 10%	> 15	kPa	EN 826	CE
Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce	$> 7,5$	kPa	EN 1607	CE
Tolleranze dimensionali: lunghezza	$\pm 2\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: larghezza	$\pm 1,5\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: spessore	T5	mm	EN 823	CE
Squadratura	≤ 5	mm/m	EN 824	CE
Planarità	≤ 6	mm	EN 825	CE
Stabilità dimensionale	≤ 1	%	EN 1604	CE
Calore specifico	1.030	J/Kg·K	EN 12524	
Resistività al flusso d'aria	25	kPa·s/m ²	EN 29053	

Spessore (mm)	Resistenza termica dichiarata R_D (m ² K/W) CE	Dimensioni (m)	m ² /pallet
40	1,15	0,60 x 1,20	86,40
50	1,45	0,60 x 1,20	69,12
60	1,76	0,60 x 1,20	57,60
80	2,35	0,60 x 1,20	43,20
100	2,94	0,60 x 1,20	34,56
120	3,53	0,60 x 1,20	28,80
140	4,12	0,60 x 1,20	25,92
160	4,70	0,60 x 1,20	23,04
180	5,29	0,60 x 1,20	17,28
200	5,88	0,60 x 1,20	17,28
220	6,47	0,60 x 1,20	17,28

18

Isolante minerale in XPS tipo ISOVER XPS

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento	Marcatura CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D spessore 20 mm	0,031	W/(m·K)	EN 12667	CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D spessore 25 mm	0,032	W/(m·K)	EN 12667	CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D spessore 30 mm	0,033	W/(m·K)	EN 12667	CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D spessori 40 e 50 mm	0,034	W/(m·K)	EN 12667	CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D spessori 60 + 120 mm	0,036	W/(m·K)	EN 12667	CE
Classe di reazione al fuoco	E	-	EN 13501-1	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ Isover XPS N, BT, MF	100	-	EN 12086	
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ Isover XPS INT-W, PT	80	-	EN 12086	
Assorbimento d'acqua a lungo periodo per immersione WL (T) Isover XPS N, BT, MF, INT-W	0,7	%	EN 12087	
Assorbimento d'acqua a lungo periodo per diffusione WD (V) Isover XPS N, BT, MF, INT-W spessori ≤ 50 mm	5	%	EN 12088	
Assorbimento d'acqua a lungo periodo per diffusione WD (V) Isover XPS N, BT, MF, INT-W spessori ≥ 60 mm	3	%	EN 12088	
Resistenza alla compressione con deformazione del 10% XPS N, BT, MF spessori 20 e 25	200	kPa	EN 826	
Resistenza alla compressione con deformazione del 10% N, BT, MF, INT-W, PT spessori 30 + 120 mm	300	kPa	EN 826	
Tolleranze dimensionali: spessore Isover XPS N, BT, MF, INT-W	T1	-	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: spessore Isover XPS PT	T2	-	EN 822	CE

Tolleranze dimensionali CE lunghezza e larghezza nom. mm		Lunghezza e larghezza mm.	Squadratura su lunghezza e larghezza S _e mm/m	Planarità mm
< 1.000 mm		± 8	5	7
1.000 ÷ 2.000 mm		± 10	5	14
2.000 ÷ 4.000 mm		± 10	5	28

Spessore (mm)	Resistenza termica dichiarata R ₀ (m²K/W) CE	Dimensioni (m) Isover XPS N, BT, INT-W	Dimensioni (m) Isover XPS MF	Dimensioni (m) Isover XPS PT	m²/pallet Isover XPS N, BT, INT-W	m²/pallet Isover XPS MF	m²/pallet Isover XPS PT
20	0,60	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	-	-	-	-
25	0,75	-	-	0,60 x 3,00	-	-	32,40
30	0,90	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	0,60 x 3,00	10,50	23,52	27,00
40	1,15	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	0,60 x 3,00	7,50	16,80	19,80
50	1,45	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	0,60 x 3,00	6,00	13,44	16,20
60	1,65	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	-	5,25	11,76	-
80	2,20	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	-	3,75	8,40	-
100	2,75	0,60 x 1,25	0,60 x 2,80	-	3,00	6,72	-
120	3,30	0,60 x 1,25	-	-	2,25	-	-

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7819 - *Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove;*

UNI EN 13163 - *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

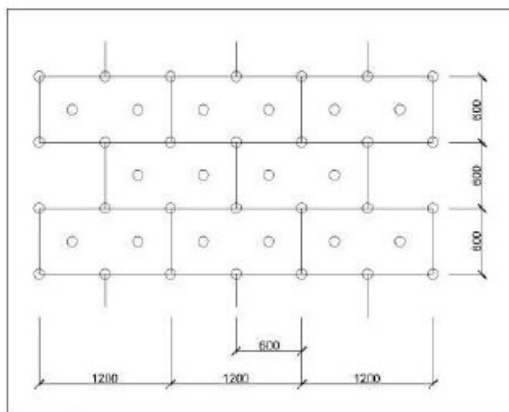
UNI EN 13164 - *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

Isolamento a cappotto

Fornitura e posa in opera di cappotto esterno per l'isolamento termo-acustico. Isolamento realizzato mediante pannelli in lana di vetro G3 ad alta densità, idrorepellente, trattato con resine termoindurenti a base di componenti organici e vegetali. Dimensione 60 x 120 cm, reazione al fuoco A2-s1,d0, densità pari a 55 kg/m³, conduttività termica λ_D pari a 0,034 W/(m·K), conforme alla norma UNI EN 13162, con marcatura CE (tipo Isover Clima34 G3). Compresi: tagli e sigillature relative, adattamenti, fissaggi con tasselli, raccordi, assistenze murarie e piani di lavoro.

Posa in opera

- Realizzare su un supporto elastico sottile il paramento in laterizi alleggeriti avendo cura di sigillare accuratamente le fughe orizzontali e verticali.
- Applicare l'apposito intonaco premiscelato sul lato interno del paramento.
- Accertare che le superfici esterne dei blocchi dove verrà posato il "sistema cappotto" siano completamente prive di tracce di umidità, polvere o grassi di qualunque natura. Tali superfici dovranno essere protette dalla pioggia battente e dalla radiazione solare diretta.
- Posare, perimetralmente al piano terra dell'edificio e alle pareti prospettanti balconi, logge e terrazzi, il profilo di base in alluminio, fissato per mezzo di tasselli ad espansione con funzione di allineamento e contenimento del sistema isolante.
- Posare, in corrispondenza dei davanzali delle finestre, un profilato pressopiegato fissato con tasselli ad espansione.
- Realizzare l'isolamento termo-acustico mediante l'impiego di pannelli in isolante minerale.
- Ancorare i pannelli alle pareti con un idoneo adesivo cementizio (o simile), steso per cordoli lungo il perimetro e per punti al centro, avendo cura di non sporcare i fianchi dei pannelli con adesivo in eccesso.
- In aggiunta all'incollaggio, fissare meccanicamente i pannelli con tasselli ad espansione per cappotto (numero minimo consigliato 4 a pannello: 6 in corrispondenza delle intersezioni a tre dei pannelli e due al centro). Utilizzare tasselli ad espansione con vite.



- Ad adesivo asciutto, rivestire in due mani i pannelli con un idoneo rasante cementizio (o similare) in cui viene an-negata e ricoperta totalmente una rete in fibra di vetro, con sovrapposizione di almeno 10 cm nelle zone correnti e di 15 cm negli spigoli precedentemente protetti con paraspigoli in alluminio. In corrispondenza degli spigoli dei serramenti applicare un secondo fazzoletto di rete a 45°
- A rasante asciutto, applicare a pennello una mano di primer (ponte di aderenza tra rasante e il rivestimento).
- Dopo l'asciugatura del primer, stendere a spatola il rivestimento in pasta e finire a frattazzo. Prevedere solamente l'utilizzo di rivestimenti traspiranti e idrorepellenti, tipo silossanici.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento	Marcatura CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D	0,034	W/(m·K)	EN 12667	CE
Classe di reazione al fuoco	A2-s1,d0	-	EN 13501-1	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ	1	-	EN 12086	CE
Assorbimento d'acqua a breve periodo	≤ 1	kg/m ²	EN 1609	CE
Resistenza alla compressione con deformazione del 10%	> 15	kPa	EN 826	CE
Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce	$> 7,5$	kPa	EN 1607	CE
Tolleranze dimensionali: lunghezza	$\pm 2\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: larghezza	$\pm 1,5\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: spessore	T5	mm	EN 823	CE
Squadratura	≤ 5	mm/m	EN 824	CE
Planarità	≤ 6	mm	EN 825	CE
Stabilità dimensionale	≤ 1	%	EN 1604	CE
Calore specifico	1.030	J/Kg·K	EN 12524	
Resistività al flusso d'aria	25	kPa·s/m ²	EN 29053	

Spessore (mm)	Resistenza termica dichiarata R_D (m ² K/W) CE	Dimensioni (m)	m ² /pallet
40	1,15	0,60 x 1,20	86,40
50	1,45	0,60 x 1,20	69,12
60	1,76	0,60 x 1,20	57,60
80	2,35	0,60 x 1,20	43,20
100	2,94	0,60 x 1,20	34,56
120	3,53	0,60 x 1,20	28,80
140	4,12	0,60 x 1,20	25,92
160	4,70	0,60 x 1,20	23,04
180	5,29	0,60 x 1,20	17,28
200	5,88	0,60 x 1,20	17,28
220	6,47	0,60 x 1,20	17,28

18

Prodotti per isolamento e assorbimento acustico

Pannello rigido in lana di roccia tipo TONGA

La controsoffittatura interna, modulare in lana di roccia ad alta densità con velo vetro, modulo 600x600, sarà costituita dagli elementi sottoelencati:

- Pannelli in lana di roccia ad alta densità da 22 mm di spessore, rivestiti nella faccia a vista con un velo di vetro decorativo e con un velo di vetro naturale sulla faccia opposta. I pannelli sono in Euroclasse A1, hanno resistenza all'umidità pari al 100%;
- Struttura a vista da 24 mm a T rovescio in lamiera d'acciaio zincato. Tali profili realizzano una maglia modulare da 600x600 mm costituita da: 1) profilo portante, da 3700 mm, posto ad interasse di 1200 mm (distanza dei profili portanti dalle pareti max 375 mm); 2) profilo primario, da 1200 mm, perpendicolare al profilo portante e posto ad interasse di 600 mm; 3) profilo secondario, da 600 mm, perpendicolare al profilo primario e posto ad interasse di 1200 mm; 4) ganci di sospensione regolabili agganciati alla struttura portante posti ad interasse di 1200 mm; 5) profili guida perimetrali a C 25x42x18 mm solidarizzati meccanicamente alle pareti perimetrali mediante accessori di fissaggio; 6) clip antisollevamento.

Caratteristiche prestazionali

Reazione al fuoco – classe A1 ai sensi della norma EN 13501-1

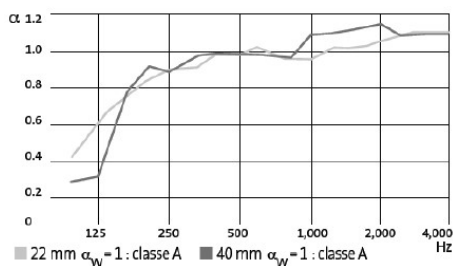
Tenuta all'acqua – 100% resistente, qualunque sia il livello di umidità relativa dell'acqua

Potere fonoassorbente – $\alpha_w = 1$

QAI – classificazione A+

Resistenza termica per spessore pari a 40 mm $R=1,14 \text{ m}^2\text{K/W}$

Assorbimento acustico



Marchio CE

N.DOP:0007-01 per il bianco

N.DOP:0007-02 per colori e decori

Ambiente e salute

Le lane minerali sono riciclabili e gli scarti della produzione sono per la maggior parte riciclati nel corso del processo produttivo. Certificazione ISO14001:2004 "Sistema di gestione ambientale". I pannelli in lana di roccia sono fabbricati con fibre esonerate dalla classificazione cancerogena (Direttiva europea 1272/2008 modificato dalla Direttiva europea 790/2009). Secondo il Cetro internazionale di ricerca sul cancro, le lane minerali non sono classificabili come cancerogene per l'uomo (gruppo 3).

Qualità dell'aria interna

Il prodotto è provvisto di etichetta sanitaria A+ in base all'etichettatura resa obbligatoria in Francia, dal 1° gennaio 2012, in materia di Qualità dell'aria interna. Classe M1 del laber "Air Indoor Climate" finlandese.

Posa in opera

Si potrà fare riferimento alle prescrizioni del DTU 58.1 norme NF P 68203-1 e 2 e altri DTU in vigore in base alla natura dei locali. Si consiglia di prevedere una circolazione dell'aria tra i locali e il plenum al fine di equilibrare la temperatura e le pressioni da una parte all'altra del controsoffitto. I pannelli possono essere facilmente tagliati con un cutter, senza fare rumore né polvere. I pannelli sono segnati sul retro con il senso della direzione di posa.

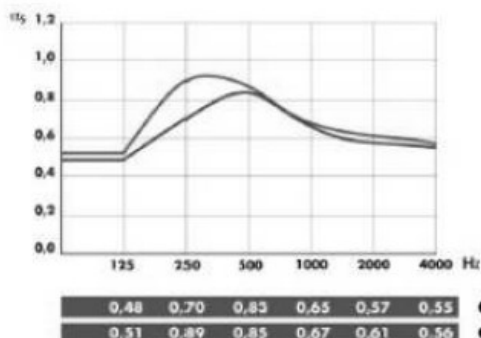
Manutenzione

La superficie dei controsoffitti può essere pulita con una spazzola morbida e/o con un aspirapolvere; una pulizia regolare contribuisce alla durata nel tempo del pannello.

Lastre per controsoffitti tipo GYPTONE BIG QUATTRO 41

DATI TECNICI

CARATTERISTICA	VALORE	U.M.
Tipi di bordo	B1 – 4 bordi assottigliati	-
Spessore	12,5	mm
Dimensioni	1200 x 2400	mm
Peso	7,5	kg/m ²
Tipo di foratura	Regolare quadrata	-
Percentuale di superficie forata	16%	-
Superficie	Da verniciare in opera	-
Resistenza all'umidità	RH 70	-
Classe di reazione al fuoco	A2-s1,d0 secondo EN 13501-1	-
Marcatura CE Conforme EN 14190:2005		



Coefficiente di assorbimento acustico α_s

■ Plenum 200 mm senza lana minerale
■ Plenum 100 mm con lana minerale 80 mm

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 354 - Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante;

UNI EN ISO 11654 - Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico;

UNI ISO 13472-1 - Acustica. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali. Metodo della superficie estesa;

UNI EN 12354-6 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

UNI EN ISO 140-1 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;

UNI EN ISO 140-3 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;

UNI EN ISO 140-4 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;

UNI EN ISO 140-5 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;

UNI EN ISO 140-6 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

UNI EN ISO 140-7 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

UNI EN ISO 140-8 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato;

UNI EN ISO 140-11 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato;

UNI EN ISO 140-12 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato;

UNI EN ISO 140-14 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera;

UNI EN ISO 140-16 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale;

UNI EN ISO 140-18 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione;

UNI EN 12354-1 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;

UNI EN 12354-2 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;

UNI EN 12354-3 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;

UNI EN 12354-4 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno;

UNI EN 12354-6 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato realizzato.

Apparecchi sanitari

Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati *apparecchi sanitari* quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (*vetrous china*) o gres porcellanato (*fire clay*), secondo le definizioni della norma UNI 4542.

Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme UNI per quanto concerne i requisiti di accettazione:

UNI 4542 - Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;

UNI 4543-1 - Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;

UNI 4543-2 - Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

Requisiti

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

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);

- funzionalità idraulica.

Norme di riferimento

Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 14688 - *Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

UNI EN 13310 - *Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

UNI EN 695 - *Lavelli da cucina. Quote di raccordo;*

UNI EN 14296 - *Apparecchi sanitari. Lavabi a canale;*

UNI EN 31 - *Lavabi. Quote di raccordo;*

UNI EN 32 - *Lavabi sospesi. Quote di raccordo.*

Vasi

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 33 - *Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

UNI EN 34 - *Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

UNI EN 37 - *Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

UNI EN 38 - *Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

UNI 8196 - *Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;*

UNI EN 997 - *Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.*

Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 232 - *Vasche da bagno. Quote di raccordo;*

UNI EN 198 - *Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.*

UNI EN 263 - *Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.*

Piatti doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 251 - *Piatti doccia. Quote di raccordo;*

UNI EN 263 - *Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;*

UNI EN 14527 - *Piatti doccia per impieghi domestici.*

Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari

Spazi minimi e misure di sicurezza

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi di rispetto previsti dall'appendice O della norma **UNI 9182** - *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione*. In particolare:

- lo spazio antistante l'apparecchio sanitario deve essere profondo almeno 55 cm;

- la tazza wc e il bidè devono essere distanti almeno 20 cm;

- la tazza wc, il bidè e il lavandino devono essere distanziati almeno 10 cm;

- il wc deve distare dalla parete laterale almeno 15 cm;

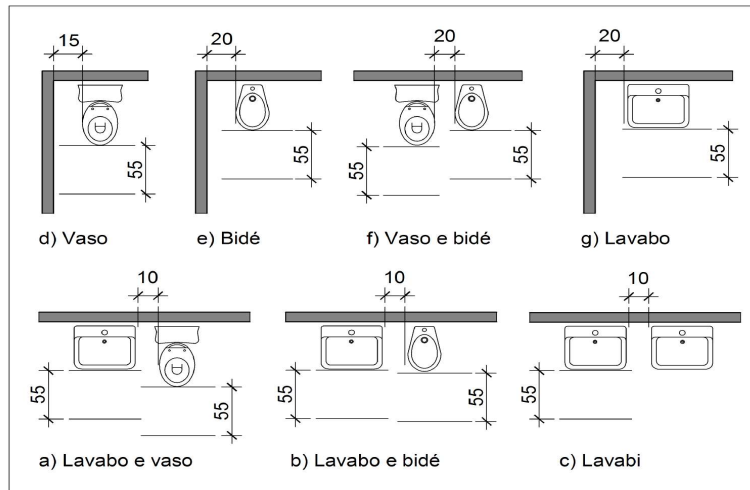
- il bidè deve distare dalla parete laterale almeno 20 cm.

I supporti di fissaggio, a pavimento o a parete, devono garantire la stabilità dell'apparecchio durante il suo uso, soprattutto se di tipo sospeso.

Gli apparecchi metallici devono essere collegati al conduttore di protezione, a sua volta collegato a rete di messa a terra.

Le prese di corrente in prossimità degli apparecchi sanitari devono avere requisiti tali da impedire la folgorazione elettrica.

Gli apparecchi sanitari devono essere idoneamente desolidarizzati in conformità all'appendice P della norma **UNI 9182**.



Spazi minimi per gli apparecchi sanitari (modificata norma UNI 9182)

Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza wc, bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza wc e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari, inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone, preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete. Per gli apparecchi a servizio dei servizi igienici della scuola materna (P.T.) sarà necessaria una installazione ad un livello adeguato alla statura media di bambini di età compresa tra 3 e 6 anni;
- i wc e i bidè preferibilmente sono di tipo sospeso. In particolare, l'asse della tazza wc o del bidè deve essere posto a una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75+80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45+50 cm dal calpestio. Per gli apparecchi a servizio della scuola materna (P.T.) sarà necessaria l'installazione di vasi piccoli di altezza massima pari a 30 cm (per bambini di età compresa tra 3 e 6 anni).

Qualora l'asse della tazza wc o del bidè sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento. La doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

Impugnature di sicurezza

Nei locali igienici deve inoltre essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi. Il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza wc, posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro 3-4 cm. Se fissato a parete, deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici, è consentita l'eliminazione del bidè e la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento, al fine di ottenere, anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza wc e di definire sufficienti spazi di manovra.

Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza wc e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per *raggiungimento dell'apparecchio sanitario* si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza wc e frontale per il lavabo.

Rubinetteria sanitaria

Categorie

La rubinetteria sanitaria considerata nel presente articolo è quella appartenente 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 ai 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 e poi 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;
- miscelatore termostatico, 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.

Caratteristiche

La rubinetteria sanitaria, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, deve 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 e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra la posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e i gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio **UNI**. Per gli altri rubinetti si applica la norma **UNI EN 200** (per quanto possibile) o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, 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.

Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno 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 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.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione.

Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti in imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarando le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per il montaggio, la manutenzione, ecc.

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche e 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.

I tubi metallici flessibili devono essere conformi alla norma **UNI 9028**.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9028 - *Tubi compositi flessibili (e relativi raccordi metallici) per impianti idrici e termici;*

UNI 11208 - *Flessibili estraibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).*

Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap, devono essere installati preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, così come stabilito dal **D.M. n. 236/1989**.

I rubinetti devono essere facilmente azionabili dai soggetti portatori di handicap, specialmente se su sedia a ruote o deambolanti.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1286 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1287 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 15091 - *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

UNI EN 1111 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 816 - *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10.*

Norme di riferimento

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria, si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 9182 - *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

UNI EN 200 - *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 246 - *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto;*

UNI EN 248 - *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr;*

UNI EN 816 - *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica (PN 10);*

UNI EN 817 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1286 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1287 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 15091 - *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

UNI 11148 - *Rubinetteria sanitaria. Doccette per rubinetteria da lavello;*

UNI 10856 - *Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici;*

UNI EN 1111 - *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1112 - *Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*

UNI EN 1113 - *Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*

UNI EN 13828 - *Valvole per edifici. Rubinetti a sfera di leghe di rame e di acciaio inossidabile, a comando manuale, per l'approvvigionamento di acqua potabile negli edifici. Prove e requisiti;*

UNI EN ISO 3822-1 - *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Metodo di misurazione;*

UNI EN ISO 3822-2 - *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento dei rubinetti di scarico e miscelatori;*

UNI EN ISO 3822-3 - *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento delle apparecchiature e delle valvole sull'impianto;*

UNI EN ISO 3822-4 - *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento per apparecchiature speciali.*

Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari

Generalità

I requisiti relativi alle dimensioni, alle prestazioni, ai materiali e alla marcatura per dispositivi di scarico, sifoni e troppopieno per lavelli, piatti doccia, lavabi, bidè e vasche da bagno raccordati a sistemi di drenaggio a gravità, per qualsiasi destinazione d'uso dell'edificio devono essere conformi alla norma **UNI EN 274-1**.

La rispondenza deve essere comprovata anche da un'attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Aspetto delle superfici interne ed esterne

Le superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico, ad esame visivo senza ingrandimento, devono essere lisce, prive di rientranze, rigonfiamenti o qualsiasi altro difetto di superficie che potrebbe comprometterne il funzionamento (**UNI EN 274-1**).

L'aspetto visivo dei rivestimenti elettrolitici NiCr deve essere conforme alla norma **UNI EN 248**.

Sifoni

Il sifone è un dispositivo che fornisce una tenuta idraulica tra l'uscita di scarico e il tubo di scarico, al fine di evitare l'entrata di aria maleodorante dal tubo di scarico nell'edificio, senza ostruire lo scarico dell'acqua reflua.

I sifoni possono essere del tipo cosiddetto *a tubo* o *a bottiglia* e quest'ultimo deve presentare una suddivisione o un sifone rovesciato. Tutti i sifoni devono essere facilmente pulibili.

Le caratteristiche del sifone devono essere tali da non ridurre la profondità della tenuta dell'acqua al di sotto del minimo necessario.

Gli ingressi al sifone devono essere tali da poter essere raccordati alle uscite di scarico di dimensioni appropriate, qualora il sifone sia fornito come elemento separato.

Ulteriori ingressi e troppopieno devono essere raccordati in modo tale da garantire la profondità della tenuta dell'acqua, in conformità al prospetto 2 della norma **UNI EN 274-1**.

Pilette di scarico

Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanitario, che può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una griglia fissa o rimovibile.

Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari pezzi uniti tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno.

Esse possono includere un sifone.

Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni indicate nel prospetto 1 della norma **UNI EN 274-1**.

Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta

Le pilette di scarico e i sifoni devono essere sottoposti al passaggio di acqua calda e fredda per cinque cicli, come di seguito indicato:

- X l/s di acqua a una temperatura di 0 °C per 15 min con una portata costante;
- X l/s di acqua a una temperatura di 20 ± 5 °C per 10 minuti con una portata costante.

Il valore di X è la portata minima indicata nel prospetto 3 della norma **UNI EN 274-1**, ma con un massimo di 0,5 l/s.

L'acqua deve entrare nella piletta di scarico alla temperatura richiesta.

Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola

La tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, deve essere verificata:

- installando la piletta di scarico sul fondo del serbatoio di prova con il tappo in posizione o la valvola chiusa;
- riempiendo il serbatoio di prova con acqua a un'altezza di 120 mm e raccogliendo l'eventuale acqua che passa attraverso la valvola o il tappo della piletta di scarico durante un periodo di un'ora;
- misurando la quantità di acqua raccolta.

Tenuta dei sifoni

Tutti i componenti e i raccordi del sifone, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, devono essere sottoposti a una pressione d'acqua di 0,01 MPa (0,1 bar) per un periodo di cinque minuti. Per i sifoni sottoposti a una prova di sbalzo termico, la tenuta deve essere verificata immediatamente dopo la prova.

Marcatura

Tutti i dispositivi di scarico, posti in opera, devono essere marcati indelebilmente almeno con:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- **UNI EN 274**.

Se la marcatura del prodotto non è praticabile, tale informazione deve essere riportata sull'imballaggio del prodotto.

Norme di riferimento

UNI EN 274-1 - *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

UNI EN 274-2 - *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova;*

UNI EN 274-3 - *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Controllo qualità;*

UNI EN 15334 - *Apparecchi sanitari. Dispersioni metacriliche ad alto contenuto di cariche.*

2. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento;
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

Tubi in acciaio

In generale, un primo riferimento è dato dalla C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiera curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme UNI applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI EN 10025** o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm²;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 10224 - *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10326 - *Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10025 - *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.*

Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
- in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
- in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno $\pm 1,5\%$ con un minimo di 1 mm.
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
- 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
- 2,5 mm;
- 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm.

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.

- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;

- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm³ sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sul singolo tubo: + 10%; - 8%;
- per partite di almeno 10 t: $\pm 7,5\%$.

Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati e a ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

TUBI SENZA SALDATURA

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma **UNI EN 10224**.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 10224 - *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10216-1 - *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;*

UNI EN 10255 - *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10208-1 - *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

UNI EN 10208-2 - *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

TUBI CON SALDATURA

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 10217-1 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;*

UNI EN 10217-2 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

UNI EN 10217-3 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;*

UNI EN 10217-4 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

UNI EN 10217-5 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

UNI EN 10217-6 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

UNI EN 10217-7 - *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.*

Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:

- la denominazione "tubo";
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma **UNI ISO 127**.

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato.

I rivestimenti più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI ISO 127 - *Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di KOH;*

UNI ISO 6600 - Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione;

UNI ISO 4179 - Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali (n.d.r. ritirata senza sostituzione).

Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**UNI ISO 127**):

- primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
- uno o più strati protettivi a base di bitume;
- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma **UNI ISO 127**.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma **UNI ISO 127**.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Tubazioni in acciaio serie leggera

d_n	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce (kg/m)	Estremità filettate e manicottate (kg/m)	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tubazioni in acciaio serie media

d_n	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce (kg/m)	Estremità filettate e manicottate (kg/m)	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tubazioni in acciaio serie pesante

d_n	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce (kg/m)	Estremità filettate e manicottate	

						(kg/m)	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	No	10%	10%	8%
Non saldati	No	12,5%	10%	10%

Tubazioni in pvc

Le principali norme di riferimento per le condotte in PVC pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **UNI EN 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **UNI EN 1329** e **UNI 1543** (PVC strutturato);
- per le fognature: **UNI EN 1401**;
- per gli scarichi industriali: **UNI EN ISO 15493**.

Tubazioni per adduzione d'acqua

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20 °C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45 °C compresi.

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella.

Caratteristiche della resina (polvere) di PVC

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max < 63 mm 5% max
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1 mg/kg max)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

Composizione di pvc-u

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **UNI EN 1452**. Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organolettico o microbiologico o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **UNI EN 1452**.

Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella.

Caratteristiche della miscela

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm ³

Carico unitario a snervamento	$\geq 48 \text{ MPa}$
Allungamento a snervamento	$< 10\%$
Modulo di elasticità	$> 3000 \text{ MPa}$
Coefficiente di dilatazione termica lineare	$0,06 \div 0,08 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$
Conduttività termica	$0,13 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-2** e soddisfare la tabella.

Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi

Caratteristiche	Requisiti		Metodi di prova
Resistenza all'urto	$T = 0^\circ\text{C}$ -TIR $< 10\%$ conformi al prospetto 6 della norma UNI EN 1452-2		UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova $20^\circ\text{C}/1\text{h}/\sigma = 42 \text{ MPa}$ $20^\circ\text{C}/100 \text{ h}/\sigma = 35 \text{ MPa}$ $60^\circ\text{C}/1000 \text{ h}/\sigma = 12,5 \text{ MPa}$		UNI EN 921
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	$> 80^\circ\text{C}$	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	$\leq 5\%$ Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 8 \text{ mm}$: 15 min; - $e > 8 \text{ mm}$: 30 min. oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 8 \text{ mm}$: 30 min; - $e > 8 \text{ mm}$: 60 min,	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
			UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla premessa nazionale alla norma **UNI EN 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del capitolo 6 della norma **UNI EN 1452-2** -Caratteristiche geometriche.

Il diametro esterno nominale d_n di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Il diametro esterno medio d_{em} di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale d_n entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

Spessori minimi di parete dei tubi

Diametro esterno nominale d_n (mm)	Spessore di parete nominale (minimo) (mm)			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1,5	1,9
25			1,9	2,3
32		1,6	2,4	2,9
40	1,5	1,9	3,0	3,7
50	1,6	2,4	3,7	4,6
63	2,0	3,0	4,7	5,8
75	2,3	3,6	5,6	6,8
90	2,8	4,3	6,7	8,2
110	2,7	4,2	6,6	8,1
125	3,1	4,8	7,4	9,2

140	3,5	5,4	8,3	10,3
160	4,0	6,2	9,5	11,8
180	4,4	6,9	10,7	13,3
200	4,9	7,7	11,9	14,7
225	5,5	8,6	13,4	16,6
250	6,2	9,6	14,8	18,4
280	6,9	10,7	16,6	20,6
315	7,7	12,1	18,7	23,2
355	8,7	13,6	21,1	26,1
400	9,8	15,3	23,7	29,4
450	11,0	17,2	26,7	33,1
500	12,3	19,1	29,7	36,8
630	15,4	24,1	-	-
710	17,4	27,2		
800	19,6	30,6		
900	22,0	-		
1000	24,5			

Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete e_n sono classificati in base alle serie dei tubi S.

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **UNI EN 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio e_m deve essere conforme al prospetto 3 della norma **UNI EN 1452-2**.

Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

Le estremità lisce dei tubi, da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **UNI EN 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-5** ed essere testato secondo le norme:

UNI EN ISO 13844 - *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;*

UNI EN ISO 13845 - *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.*

Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**EN 1452**);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale d_n ;
- spessore di parete e_n ;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;
- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono inoltre riportare una marcatura con la parola *acqua*.

Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale. Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC $\geq 80\%$ in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro**;
- raccordi: contenuto di PVC $\geq 85\%$ in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro**.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

Caratteristiche della materia prima in forma di tubo

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Contenuto di PVC	$\geq 80\%$ in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale		UNI EN 1905
Massa volumica	$< 1,53 \text{ g/cm}^3$	Prova: metodo per immersione		ISO 1183
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	Tipo A o tipo B	UNI EN 921
		Temperatura di prova	60 °C	
		Orientamento	Libero	
		Numero di provette	3	
		Tensione circonferenziale	10 MPa	
		Tempo di condizionamento	1 h	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Periodo di prova	1000 h	

Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN (kN/m^2), diametro (mm), spessore..... (mm), SDR, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a banchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m^2), diametro (mm), spessore..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a banchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401**, capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 44.10, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 44.11 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella.

Dimensione dei tubi

Dimensione nominale (d_n/OD)	Diametro esterno nominale d_n	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
355	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5

710	710	13,9	15,5	17,4	19,4	-	-
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	-	-
900	900	17,6	19,6	22,0	24,4	-	-
1000	1000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	(0±1) °C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per:		
		$d_{em} = 110 \text{ mm}$	1 kg	
		$d_{em} = 125 \text{ mm}$	1,25 kg	
		$d_{em} = 160 \text{ mm}$	1,6 kg	
		$d_{em} = 200 \text{ mm}$	2,0 kg	
		$d_{em} = 250 \text{ mm}$	2,5 kg	
		$d_{em} > 315 \text{ mm}$	3,2 kg	
		Altezza di caduta del percussore per:		
		$d_{em} < 110 \text{ mm}$	1600 mm	
		$d_{em} > 110 \text{ mm}$	2000 mm	

Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79 °C	Conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - per $e \leq 8 \text{ mm}$: 15 min; - per $e > 8 \text{ mm}$: 30 min. oppure: Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - $e \leq 4 \text{ mm}$: 30 min; - $4 \text{ mm} < e \leq 8 \text{ mm}$: 60 min; - $e > 16 \text{ mm}$: 120 min.	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
			UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano a una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova: 150 °C Tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1401**;
- codice d'area di applicazione: U e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (d_n/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **UNI EN ISO 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **UNI CEI EN 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **UNI CEI EN 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di conformità alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC ≥ 80% in massa per i tubi.

Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN 1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito a un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D;
- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **UNI EN 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **UNI EN 1401-1**.

Utilizzo

La norma **UNI EN 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è $\leq 0,024 d_n$;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del d_n e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **UNI EN 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a - 10 °C.

Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano.

Le caratteristiche dei raccordi invece sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella.

Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79 °C	Conformi alla norma UNI EN 727		UNI EN 727
Ritiro longitudinale	$\leq 5\%$ Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
		Tempo di immersione	15 min	
		oppure		UNI EN 743. Metodo B: in aria
		Temperatura di prova	150 °C	
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova	15 °C	UNI EN 580

specificata				
		Tempo di immersione	30 min	

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere a incollare.

Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 681-1** o alla norma **UNI EN 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (TPE) devono inoltre essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **UNI EN ISO 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **UNI EN 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001/2000** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere continua e indelebile su almeno una generatrice e conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, e contenere con intervalli di massimo 1,00 m almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante.

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm, in caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

NORME DI RIFERIMENTO

- a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua:

UNI EN 1452-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità;
UNI EN 1452-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi;
UNI EN 1452-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi;
UNI EN 1452-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie;
UNI EN 1452-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema;
UNI ENV 1452-6 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;
UNI ENV 1452-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione:

UNI EN 1401-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;
UNI ENV 1401-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità;
UNI ENV 1401-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;
UNI EN 13476-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;
UNI EN 13476-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;
UNI EN 13476-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;
UNI CEN/TS 13476-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati:

- parete piena:

UNI EN 1329-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
UNI ENV 1329-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

- parete strutturata:

UNI EN 1453-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema;
UNI ENV 1453 - Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

Tubi in polietilene (pe)

Polietilene

La norma **UNI EN 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo entro la struttura del fabbricato (marcati BD).

La norma è applicabile ai tubi e ai raccordi di PE di seguito indicati:

- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

Composizione del pe

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma **UNI EN 1519-1**. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.

I raccordi fabbricati o le parti di raccordi fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **UNI EN 1519-1**.

Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (**UNI EN 1519-1**):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi è il nero.

Spessore di parete

Lo spessore di parete e deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma **UNI EN 1519-1**, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a $1,25 e_{min}$, purché lo spessore di parete medio e_m sia minore o uguale a quello specificato, $e_{m,max}$.

Tipi di raccordo

La norma **UNI EN 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

- curve, per le quali gli angoli nominali preferenziali a dovrebbero essere da 15° , $22,5^\circ$, 30° , 45° , $67,5^\circ$, 80° oppure compresi tra $87,5^\circ$ e 90° . Le curve possono essere:
 - senza o con raggio di curvatura (**ISO 265**);
 - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
 - a segmenti saldati di testa.
- diramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple), per le quali L'angolo nominale fissato a dovrebbe essere da 45° , $67,5^\circ$, oppure compreso tra $87,5^\circ$ a 90° . Esse possono avere:
 - angolo senza o con raggio di curvatura (**ISO 265-1**);
 - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.
- riduzioni;
- raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
- manicotti;
- a doppio bicchiere;
- collare per riparazioni.
- bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
- tappi.

Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma **UNI EN 1519-1** deve essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento **UNI EN 1519-1**;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:

- numero della norma **UNI EN 1519-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per scarichi:

UNI EN 1519-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

UNI ENV 1519-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

UNI EN 13476-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

UNI EN 13476-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

UNI EN 13476-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

UNI CEN/TS 13476-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie e cioè ad avvitamento o a compressione (*press-fitting*).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (*press-fittings*) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9338 - Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;

UNI 9349 - Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

Tubi in polipropilene (pp)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100 °C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI EN ISO 15874-2**.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

Aspetto

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

Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

Stoccaggio, movimentazione e trasporto

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

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

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

NORME DI RIFERIMENTO

a) installazioni di acqua calda e fredda:

UNI EN ISO 15874-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1. Generalità;
UNI EN ISO 15874-2 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2. Tubi;
UNI EN ISO 15874-3 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3. Raccordi;
UNI EN ISO 15874-5 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5. Idoneità all'impiego del sistema;
UNI CEN ISO/TS 15874-7 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7. Guida per la valutazione della conformità.

b) scarichi (a bassa e a alta temperatura) all'interno dei fabbricati:

UNI EN 1451-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
UNI ENV 1451-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità;
UNI EN 13476-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;
UNI EN 13476-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;
UNI EN 13476-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;
UNI CEN/TS 13476-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

Tubi in polietilene (pe)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri materiali devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (**UNI EN 12201-1**):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma **EN 12201-1**.

Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **UNI EN 12201-2**.

Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate come, per esempio, le instabilità locali (imbozzamenti) e le torsioni (attorcigliamenti).

Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno d_{em} e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

Diametri e spessori dei tubi in PE

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3	-	-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4

90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura minima dovrà riportare (**UNI EN 12201-2**):

- numero della norma **UNI EN 12201**;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni ($d_n \cdot e_n$);
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

Norme di riferimento

UNI EN 12201-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità;

UNI EN 12201-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi;

UNI EN 12201-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

UNI EN 12201-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

UNI EN 12201-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

UNI CEN/TS 12201-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

UNI ISO/TR 7474 - Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;

UNI EN 12106 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

UNI EN 12119 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

Installazione di tubi in pvc-u, in polietilene pe e in polipropilene pp

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento.

Sopra il suolo invece dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

Giunzioni a incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata seguendo le istruzioni del fabbricante da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

Tubi in rame

Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla norma **UNI EN 1057**, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile ai tubi aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:

- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pavimento, a parete e da soffitto);
- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;
- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati a essere pre-isolati prima del loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.

Il tubo di rame deve essere fabbricato secondo i requisiti della norma **UNI EN 1057**, deve rispondere ai requisiti del D.P.R. n. 1095/1968, alla direttiva europea 98/83/CE, al D.L. n. 31 del 2 febbraio 2001 e deve essere conforme al D.M. n. 174/2004.

Per gli impianti di riscaldamento e raffreddamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere perfettamente ai requisiti della norma **UNI EN 1264**, composta da quattro parti.

In applicazioni gas la tubazione deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma **UNI CIG 7129** (varie parti). Il prodotto deve rispondere inoltre alle caratteristiche dimensionali indicate nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.2.1.2, prospetto 2, e alle caratteristiche tecniche prescritte nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.3.4.2.

Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:

- rivestimento in resina speciale di PVC stabilizzato o PE, secondo l'uso specifico del tubo;
- sezione stellare dell'isolante;
- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;
- elevata resistenza ad agenti chimici esterni;
- temperatura di esercizio - 30 °C/95 °C;
- marcatura a inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;

Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno devono rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma **UNI EN 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete espresse in percentuale sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **UNI EN ISO 8493**.

Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza a intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma **UNI EN 1057**;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso oppure di diametro maggiore di 54 mm devono essere marcati analogamente in modo leggibile almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Diametri dei tubi

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla norma **UNI EN 1057**.

Il rivestimento in PVC è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di CFC ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da - 80 °C a + 100 °C.

Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)

Diametro esterno	Scostamenti limite diametro medio
6-18	± 0,04
18-28	± 0,05
28-54	± 0,06
54-76,1	± 0,07
76,1-88,9	± 0,07
88,9-108	± 0,07
108-159	± 0,2
159-267	± 0,6

Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908

76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Norme di riferimento

UNI EN 1057 - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

UNI EN ISO 8493 - Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino;

UNI EN 1254-1 - Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare;

UNI EN 1254-2 - Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione;

UNI EN 1254-3 - Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione;

UNI EN 1254-4 - Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione;

UNI EN 1254-5 - Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare;

UNI EN 12449 - Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali;

UNI EN 12451 - Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore;

UNI EN 13348 - Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto;

UNI EN 12735-1 - Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni;

UNI EN 12735-2 - Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per apparecchiature.

Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** presentano i seguenti diametri nominali (d_n): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare secondo il tipo le norme **UNI 9163** e **UNI 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma **UNI EN 545** prescrive:

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi d_n 40÷200;

- una tolleranza $\leq 1\%$ per tubi aventi d_n 250÷600 e $\leq 2\%$ per tubi aventi $d_n > 600$.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **UNI EN 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;

- altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545** (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;

- raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;

- tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (d_n). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **UNI EN 545**.

Norme di riferimento

UNI EN 545 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 598 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;

UNI 9163 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI 9164 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI EN 12729 - Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.

Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi dopo la centrifugazione saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e infine ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

RIVESTIMENTO ESTERNO

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **UNI EN 545**, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14628 - *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;*

UNI EN 15189 - *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;*

UNI EN 15542 - *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova.*

Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**UNI EN 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi invece devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598** e/o **UNI EN 545**.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria a una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598**).

Devono inoltre avere le estremità a banchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione, e che non nuociano in alcun modo al loro impiego o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti potranno essere accettati previa riparazione e benestare del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme **UNI EN 1074-1** e **UNI EN 1074-2**.

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 per apparecchi in pressione 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.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1074-1 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;*

UNI EN 1074-2 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;*

UNI EN 1074-2 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;*

UNI EN 1074-3 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;*

UNI EN 1074-4 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfiati d'aria;*

UNI EN 1074-5 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;*

UNI EN 1074-6 - *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;*

UNI EN ISO 4126-1 - *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;*

UNI EN ISO 4126-2 - *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;*

UNI EN ISO 4126-3 - Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;
UNI EN ISO 4126-4 - Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;
UNI EN ISO 4126-5 - Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (CSPRS);
UNI EN ISO 4126-6 - Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;
UNI EN ISO 4126-7 - Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.

Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

- indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:
- designazione GS;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (d_n).
- indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
- norma UNI di riferimento;
- certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
- designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

Tubi multistrato

I tubi multistrato devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene (PE). Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.

I raccordi devono essere conformi al D.M. n. 174 del 6 aprile 2004.

Norme di riferimento

UNI 10876 - Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi;

UNI 10954-1 - Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi;

UNI 10954-2 - Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Raccordi.

Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (pead), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, pvc, polietilene ad alta densità (pead), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Materiali e criteri di esecuzione

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

- a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi ir, uv, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto 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 a quanto specificato al punto a);
- 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;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma uni en 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma uni en 12056-3.

I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto delle 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.

Per i pluviali e 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.

Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di pvc non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne, devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Tabella 38.1. Dati dimensionali dei lamierini

Spessore (mm)	Peso (kg/dm ³)	Dimensioni	
		Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
4/10 6/10 8/10 10/10 12/10	3,20 4,80 6,40 8,00 9,60	1000 1100 1300 1400 1500	2000 3000 3000 3500 4000
14/10 16/10 18/10 2 2 ½ 3	11,20 12,80 14,40 16,00 20,00 24,00	1500 1500 1500 1500 1600 1800	4000 4000 4000 5000 6000 10000

Tabella 38.2. Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1 □ 2	
Spessore (mm)	Peso (kg)
3/10 4/10 5/10 6/10 8/10 10/10 12/10 15/10 20/10	6,80 8,00 9,50 11,50 14,00 17,00 20,00 25,00 34,00

Tabella 38.3. Dati dimensionali dei canali di gronda delle lamiere zincate (peso in kg)

Spessore (mm)	Per bocca di sviluppo (cm)				
	15 □ 25	18 □ 30	19 □ 33	20 □ 25	22 □ 40
4/10 5/10	1,00 1,20 1,40	1,20 1,50	1,30 1,60	1,40 1,70	1,60 1,90
6/10 8/10	1,70 2,20	1,70 2,00	1,90 2,30	2,00 2,50	2,20 2,70
10/10		2,50	2,85	3,10	3,40

Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella 38.4. Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore (mm)	Per diametro (mm)						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10 4/10	1,00 1,15 1,30	1,10 1,20	1,15 1,30	1,20 1,35	1,25 1,40	1,35 1,50	1,45 1,60
5/10 6/10	1,65 2,00 2,40	1,40 1,75	1,50 1,85	1,60 2,00	1,70 2,10	1,80 2,25	1,90 2,40
8/10 10/10		2,15 2,55	2,30 2,80	2,45 2,90	2,50 3,00	2,60 3,15	2,80 3,40

Tabella 38.5. Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale (m ²)	Diametro minimo del canale di gronda ¹ (mm)	Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm)
Fino a 8 9 a 25 26 a 75 76 a 170 171 a 335 336 a 500 501 a 1000	80 100 100 (125) 150 200 250	40 50 75 (90) 100 125 150
¹ Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.		

Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 79.16, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a:

- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 1;
- canali pieni a metà altezza.

Tabella 38.6. Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore (mm)	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura (m ²)			
80 100 125 150 200 250 300	50 100 180 300 650 1100 1900	75 135 250 410 900 1650 2700	90 170 310 500 1100 2000 3300	110 190 350 600 1280 2340 3820

Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (uni en 12056-3, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso raccordata al tipo di canale di gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (uni en 12056-3, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (uni en 12056-3, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera.

In conformità al D.M. n. 37/2008, l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

Norme di riferimento

a) canali di gronda e relativi accessori di pvc non plastificato:

uni en 607 - Canali di gronda e relativi accessori di pvc non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

b) canali di gronda e pluviali di lamiera metallica:

uni en 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.

c) supporti per canali di gronda:

uni en 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.

d) collaudo:

uni en 12056-3 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme cei, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

uni iso 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe C;

uni iso 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

Impianti di adduzione del gas

Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

Norme di riferimento

IMPIANTI A GAS DI RETE: PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE

uni 7128 - Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni;

uni 7129-1 - Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 1: Impianto interno;

uni 7129-2 - Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione;

uni 7129-3 - Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione;

uni 7129-4 - Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi;

uni 10738 - Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali;

uni 10435 - Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione;

uni 7140 - Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento;

uni en 1775 - Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Raccomandazioni funzionali;

uni 9165 - Reti di distribuzione del gas. Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;

uni 10642 - Apparecchi a gas. Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti a combustione.

DISPOSITIVI DI SORVEGLIANZA DI FIAMMA. TERMOSTATI

uni en 125 - Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento;

uni en 257 - Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas.

CONDOTTE DI DISTRIBUZIONE DEL GAS. TUBI. IMPIANTI DI DERIVAZIONE DI UTENZA DEL GAS

D.M. 16 aprile 2008 - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

D.M. 17 aprile 2008 - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8;

uni 9034 - Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione;

uni 9165 - Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi;

uni en 969 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova;

uni en 1057 - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

uni 9860 - Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.

IMPIANTI A GAS GPL

uni 7131 - Impianti a gpl per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.

TUBAZIONI

Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma uni en 10255 - Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.

I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

uni en 10208-1 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;

uni en 10208-2 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.

Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma uni en 1057.

Nel caso di interramento lo spessore non può essere minore di 2 mm.

Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas

I tubi in polietilene per le tubazioni interrate per la distribuzione del gas devono avere lo spessore minimo di 3 mm e rispondere alle caratteristiche delle norme:

uni en 1555-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 1: Generalità;

uni en 1555-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 2: Tubi;

uni en 1555-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 3: Raccordi;

uni en 1555-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 4: Valvole;

uni en 1555-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

uni cen/ts 1555-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (pe). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

Marcatura

I tubi in polietilene per gli impianti a gas devono essere contraddistinti da marcatura comprendente:

- l'indicazione del materiale e della classe;
- l'indicazione del tipo;
- il valore del diametro esterno;
- l'indicazione della serie di spessore;
- il marchio di fabbrica;
- l'iscrizione gas;
- il codice riguardante il nome commerciale e il produttore.

La marcatura deve essere indelebile e continua, svilupparsi su almeno due generatrici diametralmente opposte del tubo e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve essere di colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo e non minore di 3,5 mm.

Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

TUBAZIONI IN ACCIAIO

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura o a mezzo saldatura di testa per fusione.

Per la tenuta delle giunzioni filettate, possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti (uni en 751-1), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (uni en 751-2). Possono essere impiegati anche nastri di ptfe non sinterizzato, conformi alla norma uni en 751-3.

È vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti gpl o miscele di gpl aria.

È vietato l'impiego di biacca, minio o materiali simili.

Tutti i raccordi e i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile. I raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (uni en 10241) o saldate (en 10253-1). I raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate (uni en 10242).

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma uni en 331. Essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rilevabili.

TUBAZIONI IN RAME

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:

- le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (uni en iso 4063), per mezzo di raccordi conformi alla norma uni en 1254-1, ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla norma uni en 1254-5. I raccordi e i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo;

- le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, e anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma e altri accessori devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato), secondo la norma uni en 1254-4.

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma uni en 331.

TUBAZIONI IN POLIETILENE

I raccordi e i pezzi speciali dei tubi di polietilene devono essere anch'essi in polietilene e conformi alla norma uni en 1555-3.

Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:

- i raccordi e i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene, secondo la norma uni en 1555-3. Le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione, secondo la norma uni 10521 o, in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti, secondo la norma uni 10520;

- le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico;

- le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare, la sezione libera di passaggio non deve essere minore del 75% di quella del tubo.

Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene, il raggio di curvatura non deve essere minore di venti volte il diametro del tubo stesso.

I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma uni en 331.

Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile ed è ammesso:

- all'esterno dei fabbricati:

- interrato;
- in vista;
- in canaletta.

- all'interno dei fabbricati:

- in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati a uso civile o ad attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco;

- in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.

Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali, si applicano le disposizioni previste dalle seguenti norme:

D.M. 16 aprile 2008 - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

D.M. 17 aprile 2008 - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA ALL'ESTERNO DEI FABBRICATI

Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione (secondo le norme uni iso 5256, uni 9099 e uni 10191) e isolati, mediante giunti isolanti monoblocco (secondo le norme uni 10284 e uni 10285), da collocarsi fuori terra, in prossimità della risalita della tubazione. Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispondente alle prescrizioni della norma uni 10823. I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore. Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo. È, inoltre, necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale. Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il colore giallo segnale per almeno 70 mm.

Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni e oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e, ove necessario, adeguatamente protette. Le tubazioni di gas di densità non superiore a 0,8 kg/m³ devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

Posa in opera in canaletta

Le canalette per la posa in opera di tubazioni devono essere:

- ricavate nell'estradosso delle pareti;

- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaffatura di malta di cemento;

- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno 100 cm² cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a 0,8 kg/m³, deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;

- ad esclusivo servizio dell'impianto.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA ALL'INTERNO DEI FABBRICATI

Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:

- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato e, in ogni caso, non inferiore a rei 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità. L'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, a una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o a una quota inferiore.

Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:

- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso un'estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile. Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine. Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni. Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso. Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati, è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno. Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto, non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

PARTICOLARITÀ COSTRUTTIVE E DIVIETI

L'appaltatore, nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas, deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti a urti;
 - è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
 - è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
 - eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Le prese devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;
 - è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
 - all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
 - per il collegamento dell'impianto interno finale e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
 - nell'attraversamento di muri, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;
 - è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
 - le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
 - fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm. Nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Qualora nell'incrocio il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma;
 - è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua. In prossimità degli incroci, il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile e incombustibile.
- Per altri riferimenti, si rimanda alle prescrizioni della norma uni 7129 (varie parti).

Gruppo di misurazione. Contatore

Il contatore del gas può essere installato:

- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta idraulica (uni 7129, varie parti) deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima di mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna e, quindi, al contatore e agli apparecchi dell'impianto non in vista. La prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima della copertura della tubazione utilizzatori.

La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

In caso di perdite, le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte; successivamente, dovrà essere ripetuta la prova di tenuta idraulica.

All'appaltatore è vietata la riparazione delle parti difettose con mastici o altri accorgimenti.

Sistemi di sicurezza

DEFINIZIONI

In merito ai sistemi di sicurezza si ritengono utili le seguenti definizioni.

Rivelatore Di Gas (Rg)

Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, da un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme e da elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il rivelatore di gas può contenere l'alimentatore. Quando il rivelatore di gas non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare e indicarne tutte le caratteristiche atte a individuarlo (uni cei 70028).

Apparecchio Di Utilizzazione A Gas

Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.

Sistema Di Rilevamento Gas (Srg)

Insieme composto dal rivelatore di gas (rg), dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come, ad esempio, allarmi ottici o acustici lontani, ed elementi attuatori per elettrovalvole (uni cei 70028).

Organo Di Intercettazione

Dispositivo atto a interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di comando emesso dal sistema di rilevamento gas (srg).

Limite Inferiore Di Esplosività (Lie)

Minima concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria-gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (uni cei 70028).

Segnale Di Allarme

Segnale ottico, acustico ed elettrico, emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (uni cei 70028).

Segnale Di Guasto

Segnale ottico o acustico atto a indicare una condizione di difetto o guasto dei rivelatori di gas (rg) (uni cei 70028).

I rivelatori di gas che possono installarsi sono dei seguenti tipi:

- sensori a infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi;
- tubi di rilevazione, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas e il contenuto del tubo;
- sensore catalitico, che basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- sensore a semiconduttore, ovvero un semiconduttore sintetizzato, di tipo N, composto per la maggior parte da ossidi, che viene mantenuto a una temperatura di circa 450 °C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito, si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.

In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rivelatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

Per i criteri di installazione e i requisiti di accettazione si rimanda alle norme uni cei 70028 e al C.M. 8 agosto 1996, n. 162429.

CRITERI TECNICI DI RIFERIMENTO PER L'INSTALLAZIONE

Per i criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o gpl, per uso domestico o similare, si fa riferimento alla norma uni cei 70028.

CRITERI GENERALI

Qualora installato, il rivelatore di gas (rg) dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile. L'installazione del rivelatore di gas e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno né il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile. Quando un rivelatore di gas viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un

locale presidiato, esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici e acustici in tale locale. Il rivelatore di gas deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore. Il collegamento fra i vari elementi di un sistema di rilevamento gas deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore e tale da realizzare un sistema conforme alla norma UNI CEI 70028. Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più rivelatori di gas collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto. L'organo di intercettazione collegato al sistema di rilevamento gas (srg) deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della condotta del gas dell'ambiente controllato oppure all'esterno e, di conseguenza, adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI DI GAS NATURALE (METANO)

Il rivelatore di gas va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti. Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione, poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas. Il rivelatore di gas non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas, poiché piccoli rilasci di gas potrebbero venire all'atto dell'accensione, causando falsi allarmi. Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si rimanda alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI DI GPL (GAS DI PETROLIO LIQUIDO)

Il rivelatore di gas deve essere montato su una parete liscia a una altezza sul pavimento di circa 300 mm e a una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni, quali, ad esempio, quelle di pulizia.

Il rivelatore di gas non va installato:

- in uno spazio chiuso (ad esempio, in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino a una porta o una finestra;
- vicino a un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal produttore;
- dove sporcizia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si rimanda alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661. Secondo l'art. 6 di tale decreto i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:

- l'esame ce del tipo previsto all'allegato II, punto 1;
- prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
 - la dichiarazione ce di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
 - la dichiarazione ce di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'allegato II, punto 3;
 - la dichiarazione ce di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
 - la verifica ce prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento a esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

Impianti termici

Generalità

Gli impianti termici possono essere alimentati a:

- combustibili gassosi (D.M. 12 aprile 1996);
- combustibili liquidi (D.M. 28 aprile 2005).

Alcuni aspetti significativi di tali decreti saranno trattati di seguito.

La centrale termica dovrà rispettare le indicazioni delle norme suddette.

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi sono impianti di nuova realizzazione e devono rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996. Il decreto riguarda la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente, tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kcal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar:

- climatizzazione di edifici e ambienti;
- produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
- forni da pane e altri laboratori artigianali;
- lavaggio biancheria e sterilizzazione;
- cucine e lavaggio stoviglie.

Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati *apparecchi*, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla

somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita a uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW, quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e i lavabiancheria.

Termini, definizioni e tolleranze dimensionali

Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali approvati con il **D.M. 30 novembre 1983**. Inoltre, si definiscono:

- apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato a un condotto o a uno speciale dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;
- apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato a un condotto o a un dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata direttamente dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;
- apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno di prodotti della combustione;
- condotte aerotermiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli ambienti serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;
- condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi e accessori uniti fra loro per la distribuzione del gas. Le condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una delle seguenti specie definite dai decreti:
 - **D.M. 16 aprile 2008** - *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8*;
 - **D.M. 17 aprile 2008** - *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8*.
- gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15 °C e alla pressione assoluta di 1013 mar, come definito nella norma **UNI EN 437**;
- generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello scambiatore, senza fluido intermedio, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;
- impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli apparecchi utilizzatori (questi esclusi);
- impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori destinato alla produzione di calore;
- modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da un'unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito radiante, dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciatore, dal ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal programmatore e dagli accessori relativi;
- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;
- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;
- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;
- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;
- portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'apparecchio, dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);
- pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale può essere esercito l'impianto interno;
- punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrispondenza:
- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di proprietà dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da serbatoio.
- serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato a interrompere il flusso dell'aria nelle condotte aerotermiche e a garantire la compartimentazione antincendio per un tempo prestabilito;
- nastro radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da un'unità termica e da un circuito di condotte radianti per la distribuzione del calore stesso.

L'unità termica è composta da un bruciatore, da un ventilatore-aspiratore, da una camera di combustione, da una camera di ricircolo, dal condotto di espulsione fumi, dai dispositivi di controllo e sicurezza, dal pressostato differenziale ed eventualmente dal termostato di sicurezza positiva a riarmo manuale.

Le condotte radianti, la cui temperatura superficiale massima deve essere minore di 300 °C, devono essere realizzate con materiale resistente alle alte temperature e isolate termicamente nella parte superiore e laterale e devono essere a tenuta ed esercite costantemente in depressione.

Tali condotte aerotermiche sono parte integrante dell'apparecchio.

I locali di installazione

Riguardo ai locali di installazione degli apparecchi per il riscaldamento, il **D.M. 12 aprile 1996** definisce (figura 1):

- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;

- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;

- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;

- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;

- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione.

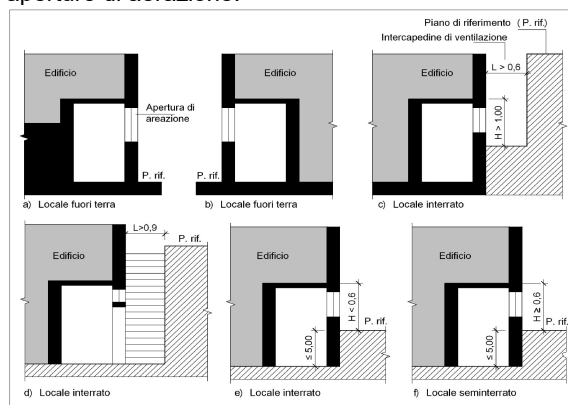


Figura 1

Locali di installazione degli apparecchi degli impianti termici secondo il D.M. 12 aprile 1996

I LUOGHI DI INSTALLAZIONE DEGLI APPARECCHI

Gli apparecchi per la climatizzazione possono essere installati:

- all'aperto;

- in locali esterni;

- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi, in ogni caso, devono essere installati in modo tale da non essere esposti a urti o manomissioni.

L'installazione degli apparecchi all'aperto

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.

È ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:

- la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30 ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende, a partire dall'apparecchio, per almeno 0,50 m lateralmente e 1 m superiormente (figura 2).

Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti, gli apparecchi devono distare non meno di 0,6 m dalle pareti degli edifici oppure deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente e 1 m superiormente.

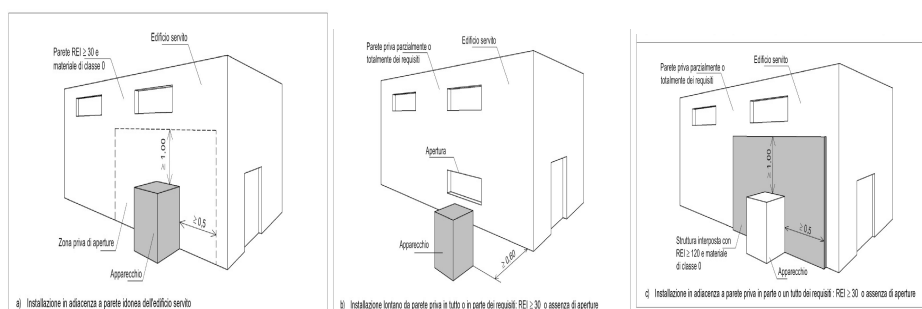


Figura 2

Installazione degli apparecchi all'aperto

Le limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

Gli apparecchi con portata termica superiore a 116 kW devono distare non meno di 5 m da (figura 3):

- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;

- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.

Le distanze sono meglio riassunte qui di seguito.

$R \geq 2,50 \text{ m}$	per apparecchi con portata termica $Q \leq 116 \text{ kW}$
$R \geq 5,00 \text{ m}$	per apparecchi con portata termica $Q > 116 \text{ kW}$

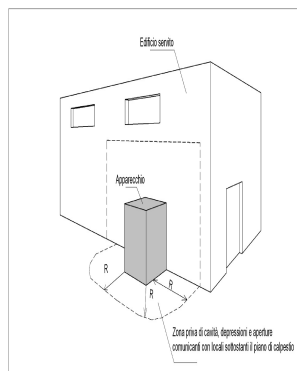


Figura 3

Distanze da rispettare per l'installazione all'aperto degli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione in locali esterni

I locali esterni devono essere a uso esclusivo, realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoco e ubicati in spazio scoperto (figura 4), in adiacenza alla parete esterna dell'edificio servito, purché dotata di caratteristiche non inferiori a REI 30 e materiale di classe 0 di reazione al fuoco e assenza di aperture. Quando la parete non soddisfa in tutto o in parte i requisiti richiesti, il locale può essere:

- ubicato lontano dall'edificio servito e a distanza non inferiore a 0,60 m;
- in adiacenza alla parete, previa interposizione di una struttura con le seguenti caratteristiche:
- non inferiore a REI 120;
- di dimensioni maggiori di 0,5 m lateralmente e di 1 m superiormente.

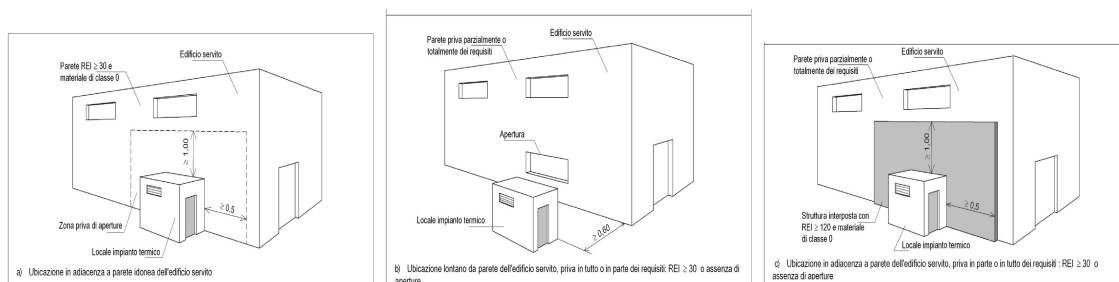


Figura 4

Ubicazione dei locali esterni per l'installazione degli impianti

LE APERTURE DI AERAZIONE

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm².

- locali fuori terra: $S = Q \cdot 10$ (con un minimo di 3000 cm²);
 - locali seminterrati e interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento: $S = Q \cdot 15$ (con un minimo di 3000 cm²);
 - locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): $S = Q \cdot 20$ (con un minimo di 5000 cm²).
- Q esprime la portata termica in kW e S la superficie in cm².

LE LIMITAZIONI DELLE APERTURE DI AERAZIONE PER GLI APPARECCHI ALIMENTATI CON GAS A DENSITÀ MAGGIORE DI 0,8

La norma stabilisce che almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con un'altezza minima di 20 cm.

Le aperture di aerazione devono rispettare le seguenti distanze R da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti (figura 5):

- $R \geq 2,00$ m, per portate termiche (Q) non superiori a 116 kW;
- $R \geq 4,50$ m, per portate termiche (Q) superiori a 116 kW.

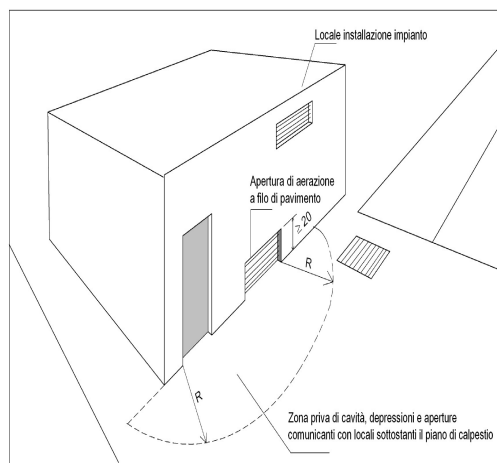


Figura 5

Ulteriori prescrizioni per le aperture di aerazione del locale centrale termica fuori terra, alimentato a gas di rete con densità superiore a 0,8, come prescritto dal D.M. 12 aprile 1996

LE SPECIFICHE PER LE SUPERFICI DELLE APERTURE DI AERAZIONE

La superficie di aerazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 3000 cm^2 , e, nel caso di densità maggiore, di 0,8, inferiore a 5000 cm^2 .

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/ m^2 o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta, o, nel caso di locali interrati, su intercapedine a uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati per le aperture di aerazione, e, in ogni caso, deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per un'altezza, in ogni punto, non inferiore a 50 cm. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento (figura 81.5).

L'INSTALLAZIONE IN FABBRICATI DESTINATI A ALTRO USO O IN LOCALI FACENTI PARTE DELL'EDIFICIO SERVITO

Le regole generali per l'ubicazione

La norma stabilisce in generale che il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota inferiore a 5 m al di sotto del piano di riferimento. In casi particolari può essere ammesso che tale piano sia a quota più bassa e, comunque, non inferiore a - 10 m dal piano di riferimento, ma devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi;
- all'esterno del locale e in prossimità di questo, deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso, asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore;
- la pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

Almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine a uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non meno di 60 cm, e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. Per meglio comprendere alcuni aspetti di cui sopra, si riportano alcune definizioni del **D.M. 30 novembre 1983**.

INTERCAPEDINE ANTINCENDI (PUNTO 1.8)

Vano di distacco con funzione di aerazione e/o scarico di prodotti della combustione di larghezza trasversale non inferiore a 60 cm, con funzione di passaggio di persone di larghezza trasversale non inferiore a 90 cm (figura 90.6a).

Longitudinalmente è delimitata dai muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti al fabbricato servito e da terrapieno e/o da muri di altro fabbricato, aventi pari resistenza al fuoco.

Ai soli scopi di aerazione e di scarico dei prodotti della combustione, è inferiormente delimitata da un piano ubicato a quota non inferiore a 1 m dall'intradosso del solaio del locale stesso.

Per la funzione di passaggio di persone, la profondità dell'intercapedine deve essere tale da assicurare il passaggio nei locali serviti attraverso varchi aventi altezza libera di almeno 2 m. Superiormente, è delimitata da spazio scoperto.

SPAZIO SCOPERTO (PUNTO 1.12)

Spazio a cielo libero o superiormente grigliato, avente, anche se delimitato su tutti i lati, superficie minima (S_{min}) in pianta (m^2) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza (h_{min}) in metri della parete più bassa che lo delimita:

$$S_{min} = h_{min} \cdot 3$$

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,50 m. Se le pareti delimitanti lo spazio a cielo libero o grigliato hanno strutture che aggettano o rientrano, detto spazio è considerato scoperto se sono rispettate le predette condizioni e se il rapporto fra la sporgenza o rientranza (s) e la relativa altezza di impostazione (d) non è superiore a 1/2 (figura 6b).

La superficie minima libera deve risultare al netto delle superfici aggettanti.

La minima distanza di 3,50 m deve essere computata fra le pareti più vicine in caso di rientranze, fra parete e limite esterno della proiezione dell'aggetto in caso di sporgenze e fra i limiti esterni delle proiezioni di aggetti prospicienti.

Il Ministero dell'interno, con la lettera circolare 30 novembre 2000, n. P1275/4134, chiarisce che, in via generale, la prescrizione richiedente che almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro del locale caldaia, sia confinante con spazio scoperto, è finalizzata a garantire la collocazione del locale stesso nell'ambito della fascia perimetrale dell'edificio e ciò allo scopo di conseguire i seguenti obiettivi di sicurezza:

- obbligare a posizione i focolari alla periferia del fabbricato;
- assicurare le necessarie condizioni per la realizzazione delle richieste aperture d'aerazione;
- determinare situazioni di luogo atte a facilitare l'intervento delle squadre di soccorso in caso d'incendio.

La specifica funzione dell'intercapedine è connessa all'aerazione e allo scarico dei fumi e non già a quella di costituire prolungamento volumetrico a tutta altezza del sovrastante spazio scoperto.

È consigliabile che le aperture di aerazione dei relativi locali siano realizzate nella parte alta della parete esterna e ciò ai fini di evitare la formazione di sacche di gas. Fatti salvi, pertanto, i casi in cui le aperture d'aerazione devono essere necessariamente realizzate a filo soffitto, si ritiene che, in presenza di travi, la prescrizione normativa sia ugualmente soddisfatta con la collocazione delle aperture di aerazione nell'immediata zona sottotrave e, comunque, mai al di sotto della metà superiore della parete.

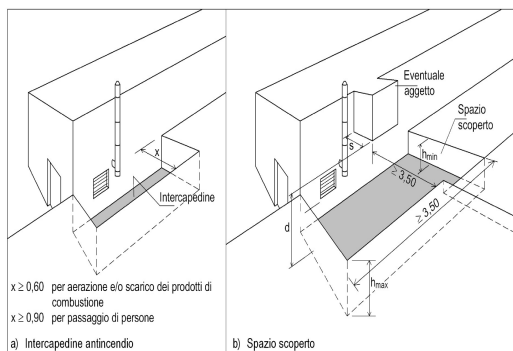


Figura 6
Intercapedine antincendio e spazio scoperto secondo il D.M. 30 novembre 1983

Le limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con locali anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affossamenti tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

I divieti per l'ubicazione dei locali

I locali di installazione degli apparecchi per la climatizzazione di edificio e ambienti non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m² o ai relativi sistemi di vie di uscita. Tale sottostanza o contiguità è tuttavia ammessa, purché la parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali interrati con intercapedine a uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si estenda per una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri ambienti (resistenza al fuoco)
Non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥ REI 60
Superiore a 116 kW	≥ R 120	≥ REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al **D.M. 16 febbraio 2007** (*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*). Tale decreto si applica ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza in caso d'incendio delle opere in cui sono inseriti. È definito *prodotto da costruzione* qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in elementi costruttivi o opere da costruzione. Le opere

da costruzione comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

- prove;
- calcoli;
- confronti con tabelle.

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B del citato decreto.

L'allegato C, invece, descrive le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli.

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle, infine, sono descritte nell'allegato D.

Il **D.M. 12 aprile 1996** stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 2.

Tabella 2. Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima (m)
Non superiore a 116 kW	2,00
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30
Superiore a 350 kW e sino a 580 kW	2,60
Superiore a 580 kW	2,90

LA DISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI ALL'INTERNO DEI LOCALI

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo, nonché la manutenzione ordinaria.

Le dimensioni delle caldaie variano in funzione della potenza termica erogata e della casa costruttrice (tabella 3).

Gli spazi funzionali minimi sono necessariamente quelli previsti dalla casa costruttrice. Per le caldaie su basamento tra l'apparecchio e le pareti del locale, è consigliabile lasciare uno spazio di almeno 120 cm per potere operare durante gli interventi di manutenzione. L'estrazione laterale del bruciatore può prevedere profondità anche maggiori. Lo spazio frontale, secondo alcuni modelli di caldaie, deve essere di almeno 150 cm. L'uso di sistemi di pulizia mediante apposito kit può richiedere una profondità anche di 300 cm. In caso contrario, la pulizia della caldaia dovrà essere eseguita con apparecchi smontabili o con altri sistemi a umido.

Lo spazio funzionale deve consentire il montaggio dell'apparecchio e la dissipazione acustica mediante l'installazione di particolari basamenti insonorizzati. In quest'ultimo caso deve essere anche considerato che l'altezza d'installazione della caldaia e, di conseguenza, la posizione dei collegamenti per le tubazioni subiranno delle modifiche.

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

Tabella 3. Dimensioni di caldaia a gas in ghisa in funzione della potenza termica

Potenza termica (kW)	Distanza dalla parete		Distanza frontale		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)
	Raccomandata (mm)	Minima (mm)	Raccomandata (mm)	Minima (mm)		
105 140 170 200 230	750 750 750 750 750	400 400 400 400 400	1500 1500 1500 1500 1500	1000 1000 1000 1000 1000	1125 1285 1445 1605 1765	880 880 880 880 880
240 295 350 400 455 510	900 900 900 900 900 900	600 600 600 600 600 600	1700 1700 1700 2200 2200 2200	1000 1000 1000 1000 1000 1000	1580 1750 1920 2090 2260 2430	980 980 980 980 980 980
570 660 740 820 920 1020 1110 1200	1150 1150 1150 1150 1150 1150 1150 1150	820 820 820 820 820 820 820 820	2300 2300 2300 2300 3000 3000 3000 3000	1400 1400 1400 1400 1500 1500 1500 1500	1926 2096 2266 2436 2606 2776 2946 3116	1281 1281 1281 1281 1281 1281 1281 1281

L'ACCESSO

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 90 cm.

L'accesso può anche avvenire dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas e avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture REI 30 e con porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 2 m^2 ;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a $0,5 \text{ m}^2$ e realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a $0,1 \text{ m}^2$.

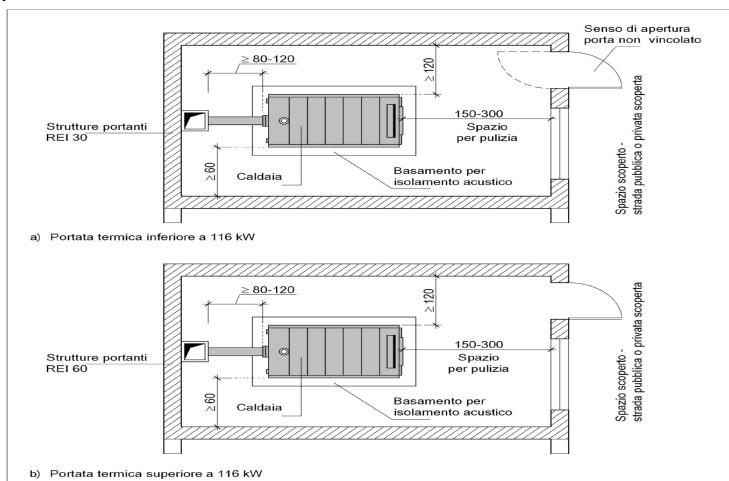


Figura 7

Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da spazio esterno o da strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

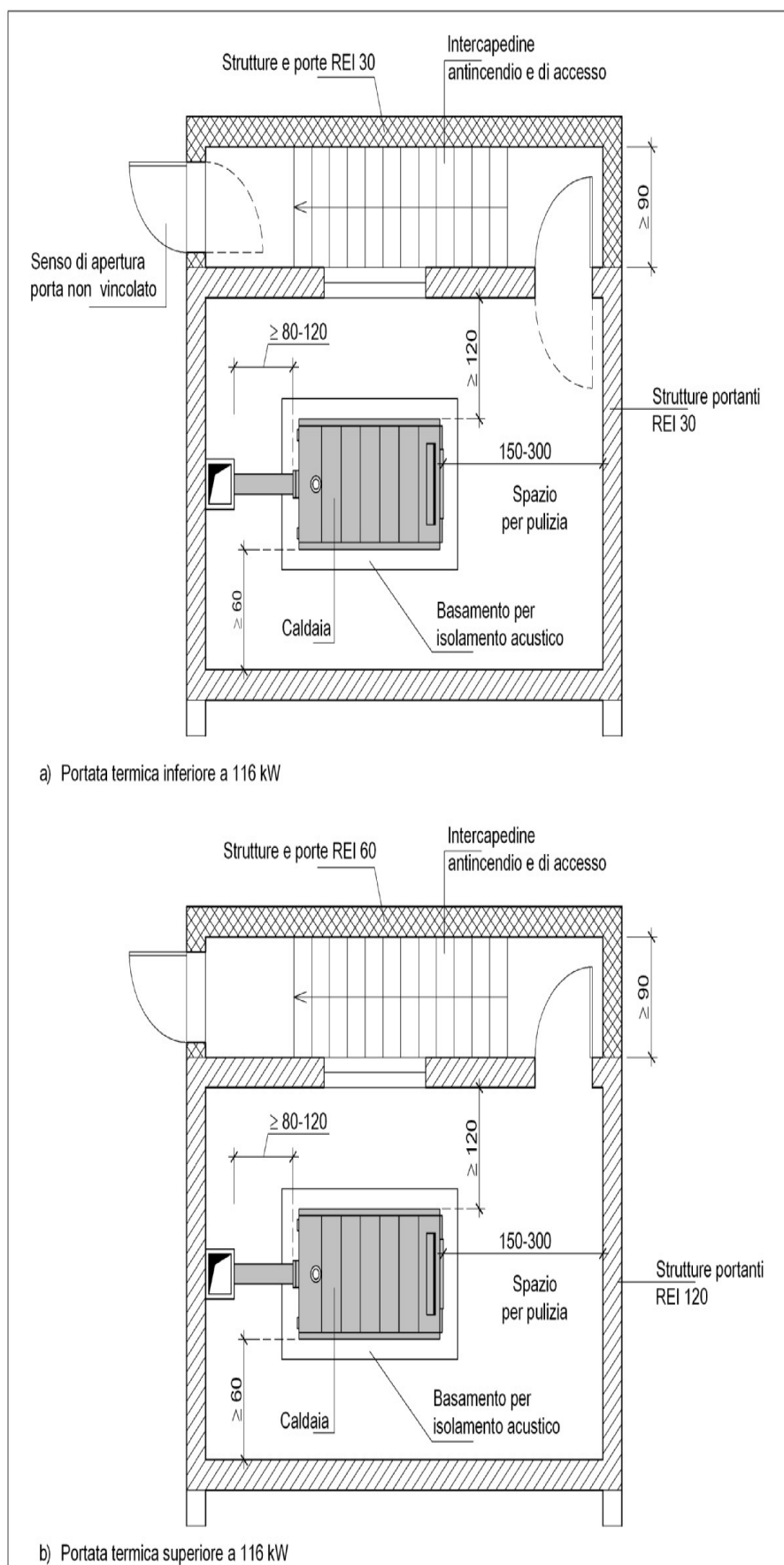


Figura 8
Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

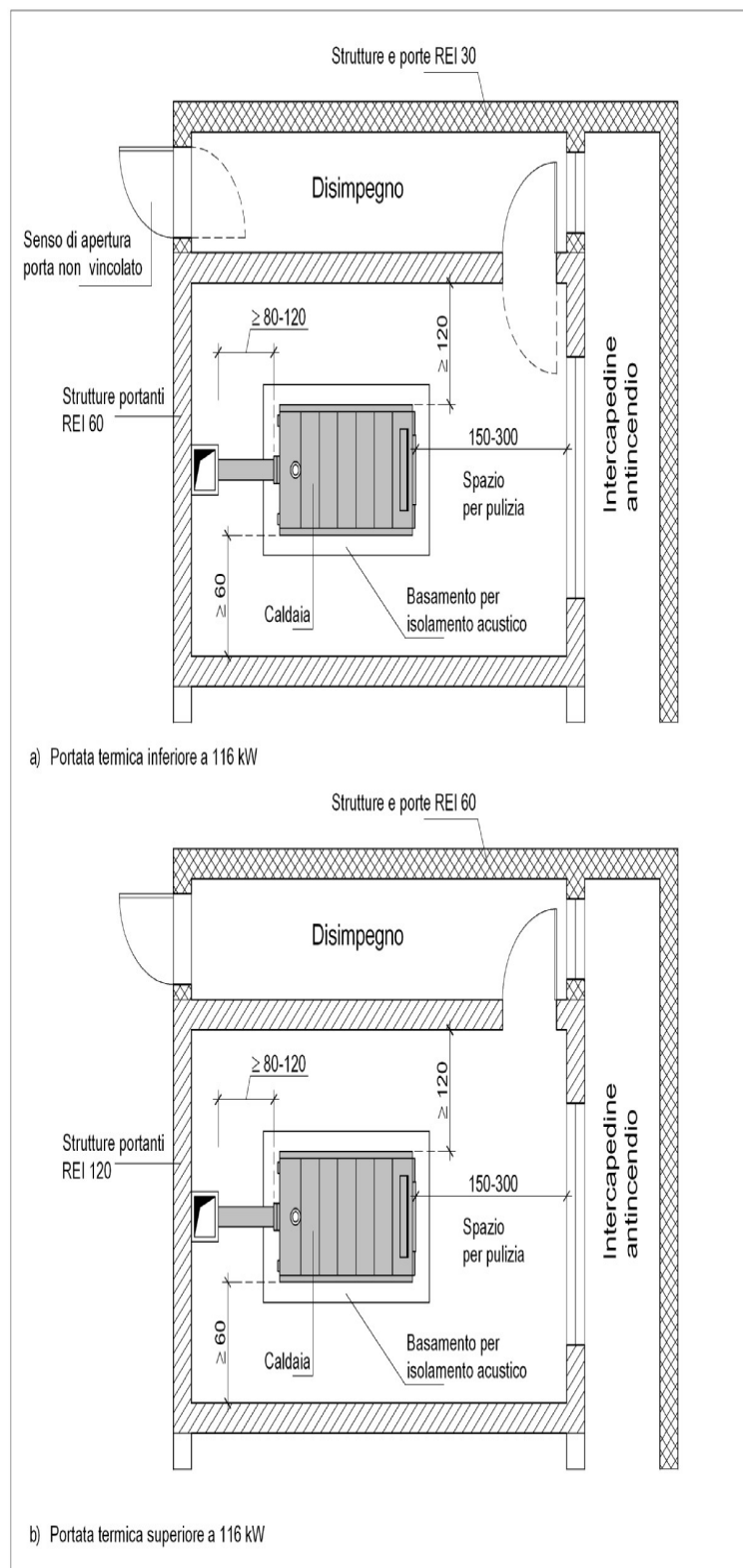


Figura 9
Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpegno con parete attestata su intercapedine antincendio. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

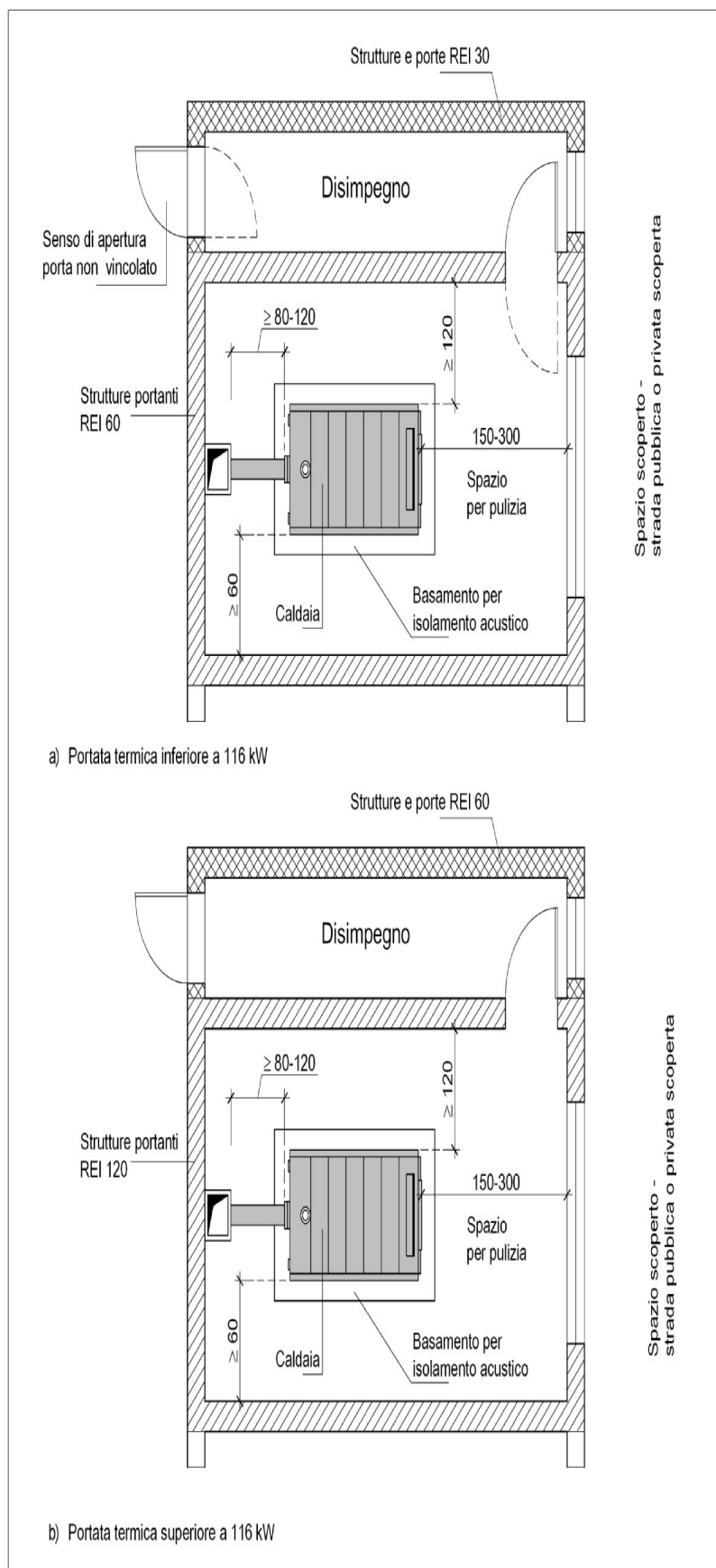


Figura 10
Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpegno con parete attestata su spazio esterno o da strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

LE PORTE

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,60 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 4.

Tabella 4. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	Sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	Sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 5.

Tabella 5. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

Impianti termici alimentati da combustibili liquidi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi, deve rispettare le prescrizioni del **D.M. 28 aprile 2005**. Tali norme riguardano gli impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW, alimentati da combustibili liquidi. Le disposizioni si applicano agli impianti di nuova realizzazione.

Ai fini della prevenzione degli incendi e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, dei beni e dei soccorritori, gli impianti termici alimentati da combustibili liquidi devono essere realizzati in modo da:- evitare la fuoriuscita accidentale di combustibile;

- evitare, nel caso di fuoriuscita accidentale di combustibile, spandimenti in locali diversi da quello di installazione;
- limitare, in caso di incendio, danni alle persone;
- limitare, in caso di incendio, danni ai locali vicini e a quelli contenenti gli impianti;
- consentire ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

L'INSTALLAZIONE IN FABBRICATI DESTINATI AD ALTRO USO O IN LOCALI FACENTI PARTE DELL'EDIFICIO SERVITO

Le regole generali per l'ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

Le aperture di aerazione.

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne attestanti su spazi scoperti o intercapedini a uso esclusivo. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette anti pioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione degli apparecchi, e al 20% negli altri casi.

Fatto salvo quanto previsto dal **D.Lgs. n. 152/2006**, le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm²:

- locali fuori terra: $S = Q \cdot 6$ (con un minimo di 2500 cm²);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento: $S = Q \cdot 9$ (con un minimo di 2500 cm²);
- locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): $S = Q \cdot 12$ (con un minimo di 3000 cm²).

Q esprime la portata termica in kW ed S la superficie in cm².

Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 6.

Tabella 6. Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri ambienti (resistenza al fuoco)
Non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥ REI 60
Superiore a 116 kW	≥ R 120	≥ REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al **D.M. 16 febbraio 2007** (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione).

Il **D.M. 28 aprile 2005** stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 7.

Tabella 7. Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
Non superiore a 116 kW	2,00 m
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30 m
Superiore a 350 kW	2,50 m

La disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

L'accesso

L'accesso alla centrale termica può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra indicato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

Le porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,80 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 8.

Tabella 8. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	Sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	Sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 9.

Tabella 9. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale incombustibile.

IL DEPOSITO DI COMBUSTIBILE LIQUIDO

L'ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio nel quale è installato l'impianto termico.

Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino o strada, oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.

Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pavimento oppure installati a vista, in locali del fabbricato che abbiano almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine a uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,60 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'impianto.

La capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m³.

In relazione all'ubicazione dei serbatoi, la capacità complessiva del deposito deve osservare i seguenti limiti:

- 100 m³, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;
- 50 m³, per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
- 25 m³, per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

Le modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei serbatoi, si distinguono le seguenti tipologie di deposito:

- deposito all'esterno con serbatoi interrati;
- deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno;
- deposito all'aperto con serbatoi fuori terra;
- deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio;
- deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio.

DEPOSITO ALL'ESTERNO CON SERBATOI INTERRATI

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio.

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA IN APPOSITO LOCALE ESTERNO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizionati a una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non inferiore alla metà della capacità complessiva dei serbatoi.

DEPOSITO ALL'APERTO CON SERBATOI FUORI TERRA

I serbatoi devono essere dotati di una tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile e di un bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento armato o altro materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità complessiva dei serbatoi. È vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze.

DEPOSITO CON SERBATOI INTERRATI ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

Le pareti e i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 90.

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 120, su apposite selle di resistenza al fuoco REI 120, posizionati a una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessiva dei serbatoi.

L'accesso e le comunicazioni

L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- superficie in pianta netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o intercapedine. Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra specificato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

È consentito di utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto termico e al locale deposito.

I locali all'interno di un edificio adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a mezzo di porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.

Non è consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali destinati ad altro uso.

Le aperture di aerazione

Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione, realizzate su pareti esterne di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta

o, nel caso di locali interrati, con intercapedine a uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 60 cm e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie di aerazione non deve essere inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette anti-pioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

Le porte

Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2 m, larghezza minima di 80 cm, essere apribili verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 60.

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine antincendio ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non è richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano in materiale incombustibile.

Le caratteristiche dei serbatoi

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra sia interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti e alle disposizioni vigenti in materia.

I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusura interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e, comunque, ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- tubo di sfianto dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e, comunque, non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni a un'altezza non inferiore a 2,50 m dal piano praticabile esterno e a distanza non inferiore a 1,50 m da finestre e porte. L'estremità del tubo deve essere protetta con sistema antifiamma;
- dispositivo di sovrappieno atto a interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
- idonea messa a terra;
- targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
- il nome e l'indirizzo del costruttore;
- l'anno di costruzione;
- la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dal **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8;
CEI 31-30;
CEI 31-33;
CEI 31-34;
Guida CEI 64-50;
Guida CEI 31-35;
Guida CEI 31-35/A.

- alimentazione a gas:

CEI 31-30;
CEI 31-33;
CEI 31-34;
Guida CEI 31-35;
Guida CEI 31-35/A.

MEZZI DI ESTINZIONE DEGLI INCENDI

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e capacità estinguenta non inferiore a 21A-113B.

Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW devono essere protetti da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguenta pari ad A-B1.

SEGNALETICA DI SICUREZZA

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81** e al **D.M. 14 giugno 1989, n. 236**, e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti, nonché segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è

fissato dalla tabella 10, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

Tabella 10. Conduttività termica utile dell'isolante e diametro esterno della tubazione

Conduttività termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	Da 20 a 39	Da 40 a 59	Da 60 a 79	Da 80 a 99	> 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 81.10, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato, e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 10 vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella 10 vanno moltiplicati per 0,3.

Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 10, per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 5634 - Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;

UNI 6665 - Superficie coibentate. Metodi di misurazione;

UNI EN 14114 - Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali. Calcolo della diffusione del vapore acqueo. Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.

Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con un'incertezza non superiore a ± 2 °C.

Il sistema di termoregolazione di cui sopra, può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente, qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari, destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di un'unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni, è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7939-1 - *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;*

UNI 9577 - *Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove;*

UNI EN 12098-1 - *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.*

Camini e canali da fumi

Caratteristiche dei camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**.

1. Ogni impianto termico civile di potenza termica nominale superiore al valore di soglia deve disporre di uno o più camini tali da assicurare un'adeguata dispersione in atmosfera dei prodotti della combustione.
2. Ogni camino deve avere, al di sotto dell'imbocco del primo canale da fumo, una camera di raccolta di materiali solidi ed eventuali condense, di altezza sufficiente a garantire una completa rimozione dei materiali accumulati e l'ispezione dei canali. Tale camera deve essere dotata di un'apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria realizzato in materiale incombustibile.
3. I camini devono garantire la tenuta dei prodotti della combustione e devono essere impermeabili e termicamente isolati. I materiali utilizzati per realizzare i camini devono essere adatti a resistere nel tempo alle normali sollecitazioni meccaniche, al calore e all'azione dei prodotti della combustione e delle loro eventuali condense. In particolare tali materiali devono essere resistenti alla corrosione. La sezione interna dei camini deve essere di forma circolare, quadrata o rettangolare, con rapporto tra i lati non superiore a 1,5.
4. I camini che passano entro locali abitati o sono incorporati nell'involucro edilizio devono essere dimensionati in modo tale da evitare sovrappressioni durante l'esercizio.
5. L'afflusso di aria nei focolari e l'emissione degli effluenti gassosi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.
6. Più generatori di calore possono essere collegati allo stesso camino soltanto se fanno parte dello stesso impianto termico. In questo caso, i generatori di calore dovranno immettere in collettori dotati, ove necessario, ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio. Camino e collettore dovranno essere dimensionati secondo la regola dell'arte.
7. Gli impianti installati o che hanno subito una modifica relativa ai camini successivamente all'entrata in vigore della parte quinta del presente decreto, devono essere dotati di camini realizzati con prodotti su cui sia stata apposta la marcatura CE. In particolare, tali camini devono:
 - essere realizzati con materiali incombustibili;
 - avere andamento verticale e il più breve e diretto possibile tra l'apparecchio e la quota di sbocco;
 - essere privi di qualsiasi strozzatura in tutta la loro lunghezza;
 - avere pareti interne lisce per tutta la lunghezza;
 - garantire che siano evitati fenomeni di condensa;
 - essere adeguatamente distanziati, mediante intercapedine d'aria o isolanti idonei, da materiali combustibili o facilmente infiammabili;
 - avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, se di sezione quadrata o rettangolare;
 - avere un'altezza correlata alla sezione utile secondo gli appropriati metodi di calcolo riportati dalla normativa tecnica vigente (norme UNI e norme CEN). Resta salvo quanto stabilito ai punti 9 e 10.
8. Le bocche possono terminare con comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.
9. Le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire un'adeguata evacuazione e dispersione dei prodotti della combustione e da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio attraverso qualsiasi apertura. A tal fine, le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri.
10. Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.
11. La parete interna del camino deve risultare per tutto il suo sviluppo, a eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccata dalle murature circostanti e deve essere circondata da una controcanna continua formante intercapedine, per consentire la normale dilatazione termica. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;

UNI 10640 - *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica;*

UNI 10641 - *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica.*

Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento suborizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h possono avere pendenza non inferiore al 2%.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere, per tutto il loro sviluppo, un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50 °C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo, nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi tra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e avere spessore non inferiore a 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie a intervalli non superiori a dieci metri e una a ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro, qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

I dispositivi accessori per camini e canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**.

È vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo a umido che comporti lo scarico, anche parziale, delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi, purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.

L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dall'osservanza di tutte le prescrizioni contenute nel regolamento di cui al **D.Lgs. n. 152/2006**.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente rimosso e smaltito secondo la normativa vigente in materia di rifiuti.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;

UNI 7550 - *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento*;

UNI 8065 - *Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile*.

Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari.

Un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore a un milione di kcal/h, devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.

Devono essere installati due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica), che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore a un milione di kcal/h.

Un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO₂) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H₂) contenuti nei fumi deve essere inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno, può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore dell'opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h. Essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a due milioni di kcal/h, devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h, anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento. Tale sistema è costituito dal vaso di espansione, che può essere chiuso o aperto.

Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo, per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione, però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno, per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica, per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante, per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione *n* deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno ovvero secondo le indicazioni impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

Tabella 11. Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale

Lunghezza virtuale (m)	Diametro interno (mm)
50 40-60 60-80 80-100	18 25 32 40

Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso, di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria. Esso può essere:

- a membrana e, in questo caso, i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato e, in questo caso, i volumi d'aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

Unità terminali a convenzione naturale

Radiatori

I radiatori (alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione.

La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8464 - *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove;*

UNI EN 442-1 - *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti;*

UNI EN 442-2 - *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione;*

UNI EN 442-3 - *Radiatori e convettori. Valutazione della conformità;*

UNI EN 215-1 - *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.*

Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti devono essere collocati:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi, devono essere collocati in posizione orizzontale, per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughe nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni devono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico, per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti, qualora non espressamente indicate nel progetto esecutivo.

Verifiche e prove

Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di potere meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.

Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Successivamente, si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma **UNI 5634** e precisamente:

- prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, preferibilmente da effettuarsi per tratti durante l'esecuzione dell'impianto e, in ogni caso, ad impianto ultimato;

- prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;

- prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova del tipo di impianto e degli elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce, invece, il valore della pressione;

- prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo quello di valutare soprattutto la dilatazione delle tubazioni, per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.

Per gli impianti ad acqua calda, la verifica viene effettuata portando a 90 °C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90 °C.

Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando in tutti i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.

In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

Verifica delle caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo, tutti gli ambienti devono rispettare le condizioni normali di abitabilità. Pertanto, devono essere dotati di infissi esterni e interni, con le caratteristiche costruttive di progetto e, durante le prove, dovranno essere perfettamente chiusi.

Misura del valore della temperatura esterna

Per la validità delle operazioni di collaudo, è necessario che il valore della temperatura esterna media (t'_e) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio, con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media t'_e si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura. In pratica, il valore di t'_e è ottenuto come media aritmetica delle letture delle temperature massima e minima, misurate alle ore 8 e alle ore 19. Il direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6 del mattino del giorno della prova.

Misura del valore della temperatura interna. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna

Il valore della temperatura interna t_i deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezza di 150 cm dal pavimento. Lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni, la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti e sempre a un'altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite.

In caso di uso di termometri registratori, il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze comprese tra - 1 e + 2 °C rispetto alle temperature di contratto. In particolare, per i locali che siano soggetti all'irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore, si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più o in meno.

Nel caso di molti ambienti, si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprescindibili.

È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre e, nel caso di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pareti, almeno un'ora e mezzo dopo la chiusura.

È da tener presente che, in una qualunque ora del giorno, per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermini.

Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna e interna e la durata del rilievo della temperatura esterna, può farsi riferimento all'appendice B della norma **UNI 5364**.

Tabella 12. Durata del rilievo della temperatura esterna

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna (m)	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna (ore)	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna (ore)
		kcal/°C m ²	kJ/K · m ²		
Vetro Vetro Laterizio	Semplice	1,8 2,5 35	7,5 10	3 6 12 24 24	0 0 3 6 12 24 48 4 6
Laterizio Laterizio	Doppio	70 105 140	146	24 24 24 24	
Laterizio Laterizio	0,05÷0,15	175 35 55	293		
Laterizio con camera	0,16÷0,25		440		
d'aria Laterizio con	0,26÷0,35		586		
camera d'aria	0,36÷0,45		733		
	0,46÷0,55		146		
	0,25÷0,35		230		
	0,36÷0,45				

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse, si dovrà calcolare la capacità calorifica media e, in base al confronto con i valori della tabella 81.12, si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

Misura della temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata, misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.

La temperatura di ritorno è la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.

Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

Verifica del generatore di calore

Limiti delle emissioni

L'art. 286 del **D.Lgs. n. 152/2006** stabilisce che le emissioni in atmosfera degli impianti termici civili di potenza termica nominale superiore al valore di soglia devono rispettare i valori limite previsti dalla parte III dell'allegato IX alla parte quinta dello stesso decreto.

I valori di emissione degli impianti devono essere controllati almeno annualmente dal responsabile dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto nel corso delle normali operazioni di controllo e manutenzione. I valori misurati, con l'indicazione delle relative date, dei metodi di misura utilizzati e del soggetto che ha effettuato la misura, devono essere allegati al libretto di centrale previsto dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Tale controllo annuale dei valori di emissione non è richiesto nei casi previsti dalla parte III, sezione 1 dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006. Al libretto di centrale devono essere allegati, altresì, i documenti che attestano l'espletamento delle manutenzioni necessarie a garantire il rispetto dei valori limite di emissione previste dalla denuncia di installazione.

Ai fini del campionamento, dell'analisi e della valutazione delle emissioni degli impianti termici, si applicano i metodi previsti nella parte III dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, di seguito riportati.

Il comma 4 del citato art. 286 ha disposto che, con decorrenza dal termine di 180 giorni dalla data di entrata in vigore della parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, l'installatore, contestualmente all'installazione o alla modifica dell'impianto, deve verificare il rispetto dei valori limite di emissione previsti dallo stesso articolo.

Valori di emissione

Valori limite per gli impianti che utilizzano i combustibili diversi da biomasse e da biogas

Gli impianti termici civili che utilizzano i combustibili previsti dall'allegato X diversi da biomasse e biogas devono rispettare, nelle condizioni di esercizio più gravose, un valore limite di emissione per le polveri totali pari a 50 mg/Nm³ riferito a un'ora di funzionamento, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore volumetrico di ossigeno nell'effluente gassoso anidro è pari al 3% per i combustibili liquidi e gassosi e pari al 6% per i combustibili solidi. I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

I controlli annuali dei valori di emissione di cui all'art. 286, comma 2, non sono richiesti se l'impianto utilizza i combustibili di cui all'allegato X, parte I, sezione II, paragrafo I, lettere a), b), c), d), e) o i) e se sono regolarmente eseguite le operazioni di manutenzione previste dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni

Per il campionamento, l'analisi e la valutazione delle emissioni previste dalle sezioni precedenti si applicano i metodi contenuti nelle seguenti norme tecniche e nei relativi aggiornamenti:

UNI EN 1911-1 - Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Campionamento dei gas;

UNI EN 1911-2 - Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Assorbimento dei composti gassosi;

UNI EN 1911-3 - Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Analisi delle soluzioni di assorbimento e calcoli;

UNI EN 13284-1 - Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni. Metodo manuale gravimetrico;

UNI EN 12619 - Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa a basse concentrazioni in effluenti gassosi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma;

UNI EN 13526 - Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa in effluenti gassosi provenienti da processi che utilizzano solventi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma;

UNI 10393 - Misure alle emissioni. Determinazione del biossido di zolfo nei flussi gassosi convogliati. Metodo strumentale con campionamento estrattivo diretto;

UNI EN 15058 - Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo di riferimento: spettrometria a infrarossi non dispersiva;

UNI 9970 - Misure alle emissioni. Determinazione degli ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati. Metodo all'acido fenoldisolfonico.

Per la determinazione delle concentrazioni delle polveri, le norme tecniche di cui sopra non si applicano nelle parti relative ai punti di prelievo.

Per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio, ossidi di zolfo e carbonio organico totale, è consentito anche l'utilizzo di strumenti di misura di tipo elettrochimico.

Per gli impianti di cui alla sezione 2 o alla sezione 3, in esercizio alla data di entrata in vigore del D.Lgs. n. 152/2006, possono essere utilizzati i metodi in uso ai sensi della normativa previgente.

Misura della temperatura dei fumi

Al fine di agevolare analisi e campionamenti, devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino con relativa chiusura a tenuta. In caso di impianti con potenza termica nominale superiore a 580 kW, due identici fori devono essere predisposti anche alla sommità dei camini in posizione accessibile per le verifiche. La distanza di tali fori dalla bocca non deve essere inferiore a cinque volte il diametro medio della sezione del camino e comunque a 1,50 m. In ogni caso, i fori devono avere un diametro idoneo a garantire l'effettiva realizzazione di analisi e campionamenti.

I fori alla base del camino devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a cinque volte la dimensione minima della sezione retta interna, da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

Rendimento della combustione

La direzione dei lavori, con la messa in esercizio dell'impianto dovrà verificare il rendimento del generatore di calore e la valutazione della perdita del calore sensibile per kg di combustibile.

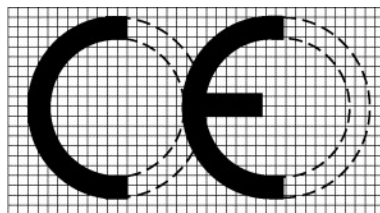
SCHEDE ALLEGATE

Per le caratteristiche tecniche delle componenti impiantistiche (caldaia, accumuli, pompe di circolazione, ecc.) si rimanda alle schede tecniche allegate in calce.

Impianti elettrici

Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio CE.



Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977 e per i quali esista una specifica norma, possono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o da organismi competenti) oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.



Marchio IMQ

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

NORME DI RIFERIMENTO

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

Legge 1° marzo 1968, n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

D.M. 10 aprile 1984 - Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

Legge 17 aprile 1989, n. 150 - Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;

D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 - Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

D.M. 22 febbraio 1992 - Modello di dichiarazione di conformità;

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 - Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;

D.M. 10 marzo 2005 - Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;

D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;

D.M. 28 aprile 2005 - *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;*

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 - *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*

Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori. Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere. L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori. Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori. L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Modalità di esecuzione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.

La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**. Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

Cavi e conduttori

Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

Tipologie

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV.

Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;

- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)** per la non propagazione dell'incendio e alle norme **CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034)** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi LSOH resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **CEI 20-36 (EN 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi. L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

Posa in opera delle condutture

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle norme **CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20- 67 e 20-xx** (in preparazione).

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.

I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della norma **CEI 64-8**.

I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

a) requisiti generali:

CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV;

CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici;

CEI UNEL 00725-(EN 50334) - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;

CEI-UNEL 35024-1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35024-2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;

CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;

CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati;

CEI 20-21 (serie) - Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

CEI 20-40 (HD 516) - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;

CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

CEI 20-XX - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione.

b) cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500, 450/750$ e 0,6/1 kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 0,6/ 1 kV;

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV - LSOH;

CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni.

c) cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV - LSOH:

CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV - LSOH;

CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;

CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH;

CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;

CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;

CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV. LSOH;

IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V;

IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V - FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH.

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale U_0/U = 450/750 V:

CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa;

CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V;

e) cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:

CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV. LSOH.

f) cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV).

Norme di riferimento per il comportamento al fuoco

CEI EN 60332 (CEI 20-35) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio. Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato;

CEI EN 50266 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;

CEI EN 50267 (CEI 20-37) - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;

CEI EN 61034 (CEI 20-37) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.

Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm² (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm² (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm². Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
 - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
 - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm².
- conduttori di protezione: devono avere sezioni di:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principal), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm².

- conduttore di terra:
 - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato;
 - non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro);
 - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali supplementari:
 - fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
 - fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
 - fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

Tubazioni e accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.

In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;
- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;
- interrimento (**CEI EN 50086-2-4**).

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

- sottotraccia nelle pareti o in murature:
 - PVC flessibile leggero (**CEI 23-14**);
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**).
- sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**);
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**).
- tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**);
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**);
 - tubo PVC rigido filettato (**CEI 23-25** e **CEI 23-26**);

- guaine guida cavi (CEI 23-25).
- tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
- PVC rigido pesante (CEI 23-8);
- in acciaio (CEI 23-28);
- in acciaio zincato (UNI 3824-74);
- tubo PVC rigido filettato (CEI 23-25 e CEI 23-26);
- guaine guida cavi (CEI 23-25).
- tubo da interrare:
- PVC rigido pesante (CEI 23-8);
- PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
- cavidotti (CEI 23-29);
- guaine guida cavi (CEI 23-25).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera tale che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

a) sistemi di canali metallici e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi:

- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi:

- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione.

c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori a uso battiscopa:

- canale battiscopa portacavi;
- canale cornice per stipite;
- giunzioni piana lineare;
- deviazione:
- angolo;
- terminale.

d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:

- condotto;
- elementi di giunzione;
- elementi di derivazione;
- elementi di incrocio;
- cassette e scatole a più servizi;
- torrette.

e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori a uso portacavi:

- canale;

- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

Indicazioni per la sicurezza dei canali metallici e loro accessori

Il sistema di canali metallici e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (CEI 64-8);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (CEI 64-8);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori a uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi;
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma CEI 23-19, o canali portacavi rispondenti alla norma CEI 23-32.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).

Le prese telefoniche devono esserle collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

Caratteristiche alla piegatura e grado di protezione minimo

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigide (CEI EN 50086-2-1);
- pieghevoli (CEI EN 50086-2-2);
- pieghevoli/autorinvenenti (CEI EN 50086-2-2);
- flessibili (CEI EN 50086-2-3).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

CEI EN 50086-1 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;

CEI EN 50086-2-1 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;

CEI EN 50086-2-2 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;

CEI EN 50086-2-3 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;

CEI EN 50086-2-4 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;

CEI EN 60529 - Gradi di protezione degli involucri.

Quadri elettrici

Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60439-1;

CEI EN 60439-3;

CE EN 60529;

CEI 23-49;

CEI 23-51;

CEI 64-8.

Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati a un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP 20; IP 30; IP 40; IP 44; IP 55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3** e **CEI 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto.

Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm e devono essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione a occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti o con dado o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore devono avere la marcatura CE.

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti o installati.

Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea a essere installata a parete o a incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo. Tutte le cassette di derivazione da parete dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura. Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile. Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori. I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

NORMA DI RIFERIMENTO

CEI 23-48.

Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme **EN 50022** e **EN 50035**.

I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60947-7-1;
CEI EN 60998-1;
CEI EN 60998-2-2;
CEI EN 60998-2-3;
CEI EN 60998-2-4.

Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996** e **D.M. n. 236/1989**) e le norme **CEI 23-9** e **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (**CEI EN 60669-2-1**);
- prese di corrente: 2P+T, 10A - tipo P11; 2P+T, 16A - tipo P17, P17/11, P30 (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati RJ45, TV terreste e satellitare (**CEI EN 50083-4**), prese telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario* (**CEI 64-12**).

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

Elementi dell'impianto di terra

Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore e il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 1.

Tabella 1 - Sezioni minime del conduttore di terra

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima (mm ²)
Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 2, tratta dalle norme CEI 64-8.

Tabella 2. Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm ²)	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)
Minore o uguale a 16 Uguale a 35	16	16
Maggiore di 35	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

L'appaltatore deve curare il 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 d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

ZONA 0

È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

ZONA 1

È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.

ZONA 2

È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

ZONA 3

È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1) - come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso - quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre, l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 sia nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**. In particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.

Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma **CEI 81-1**. Le norme **CEI 81-1** prevedono quattro livelli di protezione (tabella 3).

Tabella 3. Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa) deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1** e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri). In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

IMPIANTI DI RILEVAZIONE FUMI. IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA EVAC.

Per le caratteristiche prestazionali complete si rimanda alle schede tecniche in allegato al presente documento.

Verifiche dell'impianto elettrico

Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori, secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611: esame a vista;
- art. 612: prove.

In linea, generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- esame a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

Esame a vista

L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto sia alla fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli, relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;

- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:

- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli) per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (marchio italiano di qualità) o da altri marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

L'analisi, in sintesi, deve riguardare:

- la sfilabilità;
- estrazione di uno o più cavi dai condotti;
- mantenimento della calibratura interna.
- la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
- la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame. In caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto. Qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole, la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori. Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che, in generale, sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette, la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti. I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**. I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alle norme **UNEL 37118/72** e **37117-72**.

Tabella 1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno <i>D</i> (mm)	Diametro interno min <i>d</i> (mm)	Diametro esterno <i>D</i> (mm)	Diametro interno min <i>d</i> (mm)
16 20 25 32 40 50 63	16 20 25 32 40 50 63	10,7 14,1 18,3 24,3 31,2 39,6 50,6	16 20 25 32 40 50 63	13,0 16,9 21,4 27,8 35,4 44,3 56,5

Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

- tubi incassati sotto intonaco: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- prese a parete: altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.

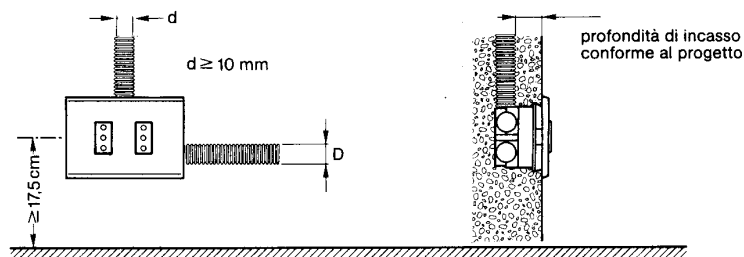


Figura 1
Criteri di installazione degli impianti incassati e similari

Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato. Per la verifica si farà riferimento alla norme **CEI-64.8** e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere **IP** (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (per esempio IP 55). Quando una delle due cifre è sostituita da una X (per esempio IP 4X o IP X4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ad esempio, IP 20 indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua). Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti a impianti AD-FT per locali caldaia e simili. I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce, inoltre, che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione \geq IP 21;
- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento $> 60^\circ$ dalla verticale: grado di protezione \geq IP 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione \geq IP 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di protezione \geq IP 55;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di protezione \geq IP 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere: grado di protezione \geq IP 67;
- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore e rispondenza alle indicazioni progettuali.

Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (**CEI 64-8** e **CEI 11-8**). Per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende unità sanitarie locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ): ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi sia delle giunzioni. Si deve, inoltre, controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati a una distanza dal suo contorno pari a cinque volte la dimensione massima dell'impianto stesso. Quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: bisogna controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e dell'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: i conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera. In caso contrario, è consigliabile eseguire dei sondaggi.

Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installate le seguenti apparecchiature:

- nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- nella zona 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) e altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza, con tensione nominale non superiore a 25 V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- nella zona 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto, in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione è, invece, prevista per le condutture incassate a una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato devono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- nella zona 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Devono essere oggetto di verifica:

a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni.

Accertamenti:

- collegamento al morsetto di terra di:
- tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione metallica di scarico;
- masse estranee.

b) condutture equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee.

Accertamenti:

- sezioni $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ (4 m^2 se non protette);
- collari e morsetti idonei al buon collegamento;
- ispezionabilità delle connessioni.

c) prese e apparecchi di comando.

Accertamenti:

- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2;
- esistenza di interruttore differenziale.

d) apparecchi illuminanti.

Accertamenti:

- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione \geq IP X4.

e) altri apparecchi.

Accertamenti:

- grado di protezione: \geq IP X1;
- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2.

f) scaldacqua elettrico.

Accertamenti:

- rispondenza a norme CEI con marchio italiano di qualità;
- collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1.

g) condutture:

- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2;
- linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità $\leq 5 \text{ cm}$.

Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI del presente capitolato speciale d'appalto:
- 1, 5 mm^2 : cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
- 0,5 mm^2 : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.
- colori distintivi:
- colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
- colore blu chiaro per il neutro
- altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse.
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori.

Devono essere verificate le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 2. Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm^2)	Flessibili (mm^2)	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40

2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificato che l'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando:

- sezionamento o interruzione per motivi elettrici;
- interruzione per motivi non elettrici;
- comando funzionale;
- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica sugli impianti e sulle macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, accertando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di poter agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica devono essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:

- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- condutture;
- involucri protetti;
- numero dei poli degli interruttori;
- interruttore generale;
- impianto di messa a terra.

Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Bisogna verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL. Inoltre, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere - per tipo e posizione planimetrica e altimetrica - tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati a un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (si veda la tabella 3).

Tabella 3. Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
Interruttori	Tra 60 cm e 140 cm	Tra 75 cm e 140 cm

Campanello e pulsante di comando	Tra 40 e 140 cm	Tra 60 cm e 140 cm
Pulsanti botoniere ascensori	Tra 110 e 140 cm	Pulsante più alto: 120 cm
Prese luce	Tra 45 cm e 115 cm	Tra 60 cm e 110 cm
Citofono	Tra 110 cm e 130 cm	120 cm
Telefono	Tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

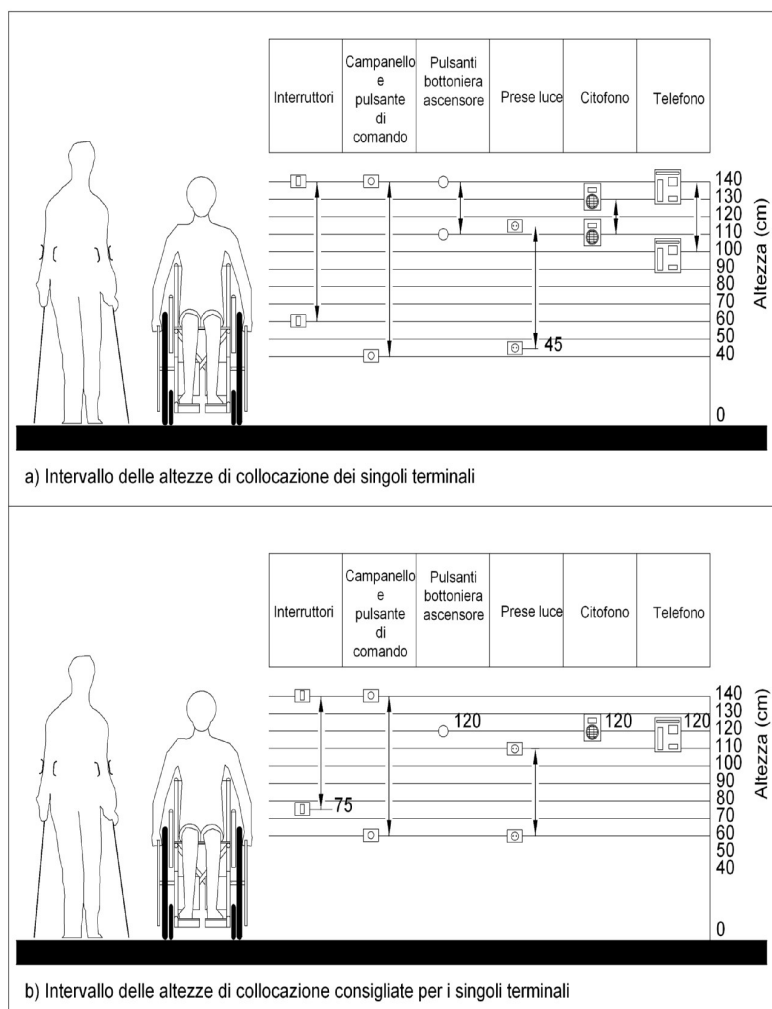


Figura 2
Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:

- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la verifica della separazione dei circuiti;
- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici;
- la verifica della caduta di tensione.

Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma CEI 64-8, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e dei conduttori terra (CT).

Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi, funzionino regolarmente, senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto sia in fase di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali, i quadri di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo sia a catodo freddo.

Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione, fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori a interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori a interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto, assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a $0,5 I_{\Delta n}$ e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{\Delta n}$, invece, il differenziale deve intervenire.

Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma CEI 64-8, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata a impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

Misura della resistenza del dispersore

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma CEI 64-8, art. 612.6.2) ha lo scopo di accertare che esso sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto, con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V, elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma CEI 64-8, art. 612.6.3) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro, con il metodo a prelievo controllato di corrente.

Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione ($\square V$), allo studio della norma **CEI-64-8, art. 612.11**, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4%, qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1, quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio, in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

Calcoli di controllo

Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche. Corpi illuminanti

Generalità

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
 - illuminamento massimo in lux □ dati di progetto;
 - lux max/lux min □ dati di progetto.
- impianti di illuminazione concentrata:
 - illuminamento medio sul piano interessato □ dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna:
 - illuminamento minimo nell'area illuminata lux □ dati di progetto;
 - lux max/lux min □ 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale. Durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro, con precisione non inferiore a 5%, posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolarmente alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 1. Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento (lux)
Visione generale	Scale, corridoi	70-100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100-200
Lettura, scrittura	Uffici	200-400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300-500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza sulle superfici. L'angolo di apertura dello strumento è solitamente □ 1°. Lo strumento deve essere puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti il compito visivo;
- delle zone verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi a ogni apparecchio, che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito a ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Tabella 2. Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 3. Classi di qualità per la resa del contrasto

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per lettura e scrittura
I	$\geq 1,00$	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi (per esempio, sale per composizione tipografica)
II	$\geq 0,85$	Materiali lucidi usati saltuariamente (per esempio, uffici e scuole normali)
III	$\geq 0,70$	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti (per esempi, scuole e certi tipi di uffici)

Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione dell'illuminamento medio e dell'abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.

Per la misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, deve essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti caratteristiche:

- senso longitudinale: maglia con lato non superiore a un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale: minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto a un'altezza di 150 cm dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale. L'illuminamento è misurato con un luxmetro, in questo caso dotato di cupola diffondente.

Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori (L_{vi}) e della luminanza velante dovuta alla luce (L_{va}). I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:

- l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- la misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5° e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, a un'altezza di 150 cm dal suolo.

Corpi illuminanti

Per le caratteristiche tecniche e le relative modalità di posa in opera degli apparecchi illuminanti di progetto si rimanda alle corrispondenti schede tecniche allegate al presente documento.

Sistemazioni esterne: pavimentazioni, cancelli, parapetti e corrimano**PAVIMENTAZIONE IN MARMETTE AUTOBLOCCANTI**

Pavimentazione realizzata in masselli autobloccanti in CLS di spessore cm. 6, con finitura monostrato, delle dimensioni di cm. 19,4 x 9,6, di colore a scelta della D.L., realizzato con inerti ad alta resistenza a granulometria controllata e ottimizzata. Tali masselli dovranno essere marcati CE ed avere tutte le caratteristiche di cui alla normativa UNI EN 1338.

In particolare, per l'accettazione della fornitura, l'azienda fornitrice dovrà:

- 1- essere dotata di Sistema Qualità Certificato secondo la norma UNI – EN – ISO 9001/2008;
- 2- essere dotata di Certificazione Volontaria di Prodotto secondo il regolamento
- 3- particolare ICMQ S.p.A. per masselli in calcestruzzo per pavimentazione, in conformità alla norma di riferimento UNI EN 1338;
- 4- garantire che tutti i masselli sono prodotti con il solo impiego di materiali quali ghiaia, sabbie, inerti secondo la UNI EN 12620 e cemento secondo la UNI EN 197;
- 5- di utilizzare, ai sensi del DM 10/05/04, esclusivamente cementi con meno di 2 ppm di Cromo Esavalente Idrosolubile sul peso totale a secco del cemento.

Tale pavimento sarà posato a secco su letto di sabbioncino, nello spessore variabile di 3 – 5 cm (massimo), e disposto secondo l'effetto estetico richiesto. Saranno opportunamente tagliati con taglierina a spacco tutti i masselli che non potranno essere inseriti integralmente. La pavimentazione sarà successivamente battuta con apposita piastra vibrante e cosparsa in superficie di sabbia fine (granulometria 0 – 2 mm.), pulita e asciutta.

La rimozione dell'eccesso di sabbia sarà effettuata dopo un periodo sufficiente a garantire il corretto intasamento dei giunti tra i singoli masselli.

REQUISITO	METODO DI PROVA NORMA DI RIFERIMENTO	MARCATURA	UNITA' DI MISURA	PRESTAZIONE SECONDO PIANO DI CAMPIONAMENTO DELLA NORMA INDICATA
TOLLERANZA DI SPESSORE	UNI EN 1338		mm	± 3
RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA	UNI EN 1338		MPa	$\geq 3,6$
ASSORBIMENTO H ₂ O	UNI EN 1338	B	% peso	≤ 6
RESISTENZA ALL'ABRAZIONE	UNI EN 1338	F	mm	NPD
PERDITA IN MASSA PER ROTOLOAMENTO DEGLI AGGREGATI	UNI 8520		%	< 30
EMISSIONE DI AMIANTO	UNI EN 1338		-----	Nessun contenuto
RESISTENZA AL GELO E DISGELO *	UNI EN 1338	D	kg/m ²	$\leq 1,0$
RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO	UNI EN 1338		USRV	≥ 60
CROMO IDROSOLUBILE ESALENTE	UNI EN 1338		ppm	≤ 2

CANCELLO CARRAIO AUTOMATICO

Cancello esterno a doppio battente, con movimento in apertura a rotazione. Il cancello è composto da due ante realizzate con profili tubolari a sezioni e spessori variabili, proporzionati alla dimensione del cancello, completo di serratura elettrica, chiave maniglia e battuta a terra. Le colonne sono costituite da profili tubolari a sezioni e spessori variabili, proporzionati alla dimensione del cancello, complete di cerniere registrabili. Le tamponature sono costruite in grigliato abbinate alla recinzione. Il cancello è realizzato in acciaio S 235 JR (UNI EN 10025:1955). Il rivestimento viene eseguito mediante zincatura a caldo UNI EN ISO 1461.

Motorizzazione a braccio. Alimentazione 230-240 V AC, motore a 24 V DC con ingranaggio a vite senza fine e ruota elicoidale tensione di controllo 24 V DC. Spunto di picco 1100 N, tipo d'esercizio S2 (4 min.), protezione IP 54. Motorizzazione marchiata CE rispondente alla UNI EN 13241-1.

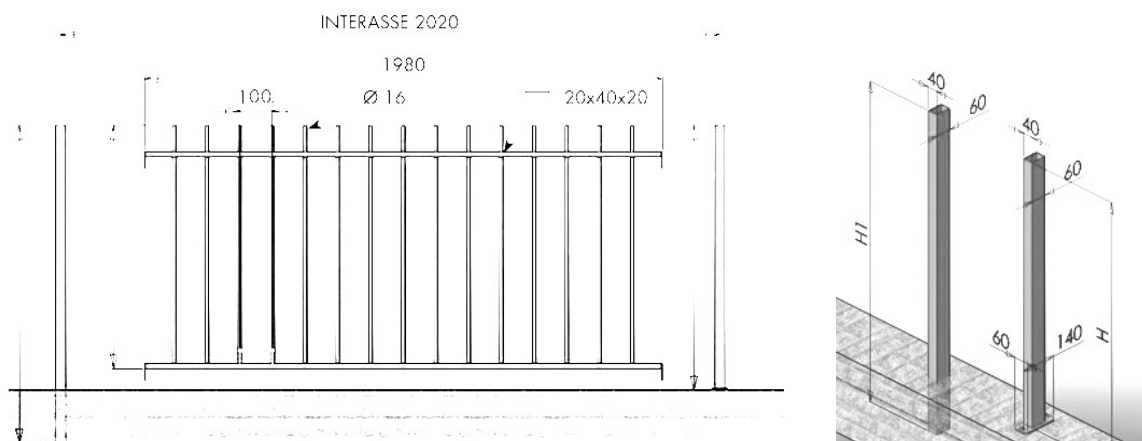
CANCELLO PEDONALE

Cancello esterno a doppio battente, con movimento in apertura a rotazione. Il cancello è composto da due ante realizzate con profili tubolari a sezioni e spessori variabili, proporzionati alla dimensione del cancello, completo di serratura elettrica, chiave maniglia e battuta a terra. Le colonne sono costituite da profili tubolari a sezioni e spessori variabili, proporzionati alla dimensione del cancello, complete di cerniere registrabili. Le tamponature sono costruite in grigliato abbinate alla recinzione. Il cancello è realizzato in acciaio S 235 JR (UNI EN 10025:1955). Il rivestimento viene eseguito mediante zincatura a caldo UNI EN ISO 1461.

PARAPETTI E CORRIMANO esterni in acciaio zincato a caldo, verniciati con colore RAL 8019 [Testa di moro].

Il prodotto dovrà rispettare le seguenti caratteristiche tecniche peculiari: altezza da piano finito: 1100 mm; interasse toni verticali: 100 mm; acciaio: S 235 JR (UNI EN 10025:1955).

Le lavorazioni dovranno attenersi scrupolosamente al contenuto del progetto esecutivo e alle disposizioni tecniche del Direttore dei Lavori o della Committenza, conformandosi nella realizzazione delle opere a tutte le prescrizioni contenute contrattualmente nel capitolato d'appalto.



Dim.Pannello	Dim.Paletto(mm)	
	Tassellare	Cementare
h. x l. (mm)		
920x1980	1000	1200
1120x1980	1200	1400
1420x1980	1500	1700

Pannelli solari termici. Pannelli fotovoltaici.

IMPIANTO SOLARE TERMICO

Sistema solare termico a circolazione forzata per la produzione di acqua calda sanitaria e integrazione dell'impianto di riscaldamento a bassa temperatura composto da 8 collettori solari termici piani altamente selettivi, captatore in rame con vernice nera selettiva, installati nel manto di copertura con struttura portante in alluminio, con vetro temperato spessore 3,2 mm.

Per le caratteristiche prestazionali complete si rimanda alle schede tecniche allegate al presente documento.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza 20,475 kW. È prevista la fornitura e posa dei seguenti componenti:

N° 65 moduli fotovoltaici da 315 W, fissati alla copertura mediante apposite strutture di fissaggio in alluminio. I pannelli sono equipaggiati di ottimizzatore di efficienza. Le celle a 3 BusBar sono saldate con la nuova tecnologia ad induzione per garantire una maggiore qualità, una produzione costante nel tempo ed una durata superiore.

N° 3 inverter trifase da 7,50 kW ciascuno, elevato rendimento a tutti i livelli di erogazione assicurando una prestazione costante e stabile nell'intero intervallo di tensione in ingresso e di potenza in uscita.

Cavi elettrici di collegamento.

Per le caratteristiche prestazionali complete si rimanda alle schede tecniche allegate al presente documento.

CAPO 12 – Materiali e modalità di esecuzione di opere stradali

Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni

Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia in quello planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato. La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di giunti da eseguire. In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie, allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi. Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori. In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto. Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore. Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato. Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assentamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna, invece, provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico. Ad ogni modo, è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte e uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere). Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente a un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente. I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici. Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi. Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Realizzazione della fossa

Opere provvisorie

Le opere provvisorie in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (psc) o del piano operativo di sicurezza (pos), secondo le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008.

Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- trincea stretta;
- trincea larga;
- terrapieno (posizione positiva);
- terrapieno (posizione negativa).

TRINCEA STRETTA

È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di pvc, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

TRINCEA LARGA

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

TERRAPIENO (POSIZIONE POSITIVA)

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi (anche naturali) nello scavo e il relativo cedimento del terreno impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

TERRAPIENO (POSIZIONE NEGATIVA)

La tubazione è sistemata a un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e a trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D + 0,40 \cdot D)$ m.

Letto di posa per le tubazioni

Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto. Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto. La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee. Potrà essere, altresì, prescritto il ricalzo della condotta sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto. In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e ricalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente. Come materiale per il ricalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia > 15%) con granulometria massima pari a 20 mm ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm. Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma, peraltro, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo. Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto. Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a $100 \text{ mm} + 1/5 D$ ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso. Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a $50 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente, si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente. Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm. In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali. Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche. Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno e, in ogni caso, su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10$ cm (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo. Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezioni non inferiori a quelle riportate nella tabella 1.

Tabella 1. Tubazioni interrato. Dimensioni minime del massetto di posa

Diametro esterno del tubo (cm)														
Parametri	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Altezza platea (h) Altezza	8 10	8 14	8 18	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16	
rinfianco (H) Larghezza	40	45	50	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78	
massetto (L)				55	65	70	75	80	95	105	115	130	140	

La norma uni 7517 indica le diverse modalità di posa e i coefficienti di posa K da adottare in funzione dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfianco e del tipo di trincea.

Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni

Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre. Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento) e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo. Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino. Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi. Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica e in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità. Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo. La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore $(0,10 + D/10)$ m e comunque maggiore di 15 cm e di larghezza pari allo scavo. Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico. Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore della densità sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°. Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte. Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento. Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili. Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica, il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (cfr B.U. n. 69-aasho mod.).

Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni e altri appoggi discontinui. Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale. Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni e le istruzioni del fornitore dei tubi. I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

Rinterro delle tubazioni

Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione o mediante altri mezzi idonei.

Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta. Il rinfiacco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. Il rinfiacco delle tubazioni e il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m³. Il massimo contenuto di limo è limitato al 10%. Il massimo contenuto di argilla, invece, è limitato al 5%. La compattazione dovrà effettuarsi esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo, fino a ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata. Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm, che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista. Infine, verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma uni en 1295-1, che distingue:

- zona di rinterro, che deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semirigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita:
 - da letto di posa e rinfiacco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;

- letto di posa e base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide.
- terreno.

In generale, le condizioni di posa devono tenere conto dei seguenti fattori:

- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori. La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato. Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori. È previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta. Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista. Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1, A2 e A3 della classificazione cnr uni 10006 e rispettare le metodologie di calcolo delle norme atv 127 e uni 7517. Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto. Il rinfiacco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione. Nel caso di tubi installati in trincea, la profondità minima del rinterro sarà $1,2 \cdot d_n$ (mm) e non saranno ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm. Nel caso fosse necessario un rinterro minore, si dovrà realizzare un rinfiacco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale. La compattazione può essere eseguita usando un compattatore a impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori. Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive. Per quanto riguarda i terreni a grana grossolana con il 5% di fini, la massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo. La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reazione di assestamento. La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione. Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati compresi fra 0,10 e 0,15 m. Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo. Il rinfiacco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade

Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

Sovrastruttura

Definizione

Con il termine sovrastruttura si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali:

- strato drenante;
- strato anticapillare;
- strato antigelo;
- eventuali strati di geotessile.

Normalmente si considerano tre tipi di sovrastruttura:

- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

Strati della sovrastruttura

Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

Strati accessori

Gli strati accessori si distinguono in tre tipi:

- strato anticapillare: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione e il terreno di sottofondo, destinato a interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera;
- strato antigelo: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo;
- strato drenante: strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura per provvedere alla raccolta e allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

Tipi di sovrastrutture

Sovrastruttura flessibile

Con dizione tradizionale, si definisce flessibile una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è spesso costituito da due strati ovvero uno strato di usura e uno strato di collegamento. Lo strato di usura è lo strato disposto a immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali. Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi, drenanti e fonoassorbenti. In tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato. Lo strato di collegamento è lo strato, spesso chiamato binder, sottostante al precedente, destinato a integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori. Normalmente è costituito da materiale meno pregiato e quindi più economico del sovrastante. Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, inoltre, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (macadam), con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale.

Sovrastruttura rigida

Con dizione tradizionale, si definisce rigida una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato e da uno o più strati di fondazione. La lastra in calcestruzzo assomma in sé anche la funzione dello strato di base.

Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati ovvero legati con leganti idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.

Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che l'eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra. Esso, infine, può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

Sovrastruttura semirigida

Con dizione tradizionale, si definisce semirigida una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idraulici ed eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.

Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base comprendono uno strato sottostante trattato con leganti idraulici e uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica dello strato di base cementato sottostante.

Sovrastruttura rigida polifunzionale

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucchiolante e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato e un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

Sottofondo

Definizione

Si definisce sottofondo il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino a una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili e influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

Sottofondo migliorato o stabilizzato

Sottofondo che, per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il cbr).

In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

Trattamenti

Trattamento superficiale

Il trattamento superficiale nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.

Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.

Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche trattamento superficiale di irruvidimento.

Trattamento di ancoraggio

Il trattamento di ancoraggio è una pellicola di legante idrocarburico (detta anche mano d'attacco) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

Trattamento di impregnazione

Il trattamento di impregnazione consiste nello spandere un'idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

Trattamento di penetrazione

Il trattamento di penetrazione consiste nello spandere un'idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti a elevata percentuale di vuoti.

Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per una profondità dell'ordine di alcuni centimetri.

Elementi costitutivi dello spazio stradale

Il D.M. 5 novembre 2001, tenuto conto dell'art. 3 del codice della strada, riporta le denominazioni degli spazi stradali e i loro seguenti significati (figura 92.1):

- banchina;
- carreggiata;
- corsia;
- dispositivo di ritenuta;
- fascia di pertinenza;
- fascia di sosta laterale;
- marciapiede;
- margine interno;
- margine laterale;
- margine esterno;
- parcheggio;
- piattaforma;
- sede stradale.

BANCHINA

Parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali:

- marciapiede;
- spartitraffico;
- arginello;
- ciglio interno della cunetta;
- ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

Si distingue nelle cosiddette banchina in destra e banchina in sinistra.

La banchina in destra ha funzione di franco laterale destro. È di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza.

La banchina in sinistra, invece, è la parte pavimentata del margine interno.

CARREGGIATA

Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. È composta da una o più corsie di marcia, è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

CORSIA

Parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli.

Si distingue in:

- corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;
- corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di determinate categorie di veicoli;
- corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono a effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;
- corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

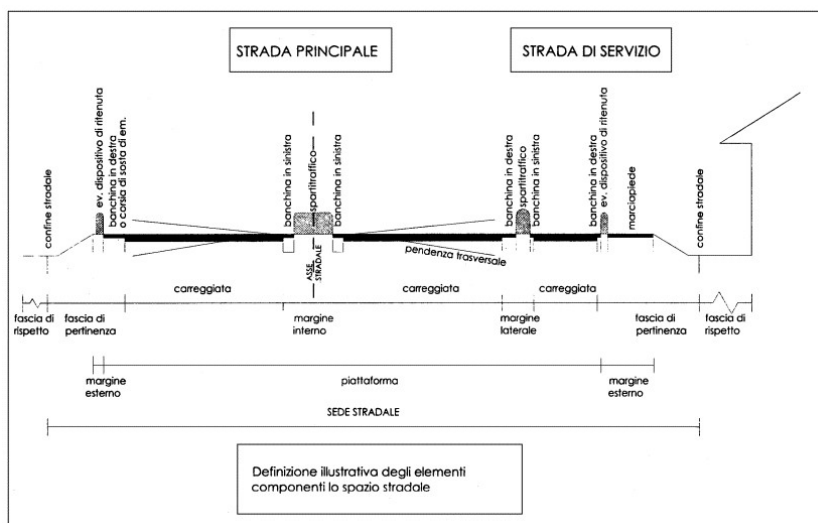


Figura
Elementi costitutivi dello spazio stradale (D.M. 5 novembre 2001)

DISPOSITIVO DI RITENUTA

Elemento tendente a evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o, comunque, a ridurne le conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

FASCIA DI PERTINENZA

Striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI SOSTA LATERALE

Parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE

Parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.

MARGINE INTERNO

Parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

MARGINE LATERALE

Parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO

Parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO

Area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata (o non) dei veicoli.

PIATTAFORMA

Parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:

- una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;
- le banchine in destra e in sinistra;
- i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);
- le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).

Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

SEDE STRADALE

Superficie compresa entro i confini stradali.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico sono individuati nella tabella 19.1, relativa alla piattaforma corrente.

Caratteristiche geometriche

Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano. Le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7, 8, 9, 10 e 11 della tabella 3.2.c del D.M. 5 novembre 2001, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.

Le corsie riservate ai mezzi pubblici o a uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi. Sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o a una strada principale e una di servizio (margine laterale).

Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente, per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).

In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti, ecc.), la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà, comunque, essere non inferiore a 2 m.

Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita o meno sulla piattaforma o in appositi spazi separati connessi opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o trasversale rispetto la via.

Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale. La profondità della fascia stradale da loro occupata è di 2 m per la sosta in longitudinale, di 4,80 m per la sosta inclinata a 45° e di 5 m per quella perpendicolare al

bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallo è di 2 m (eccezionalmente di 1,80 m) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5 m; è di 2,30 m per la sosta trasversale.

Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misurata tra gli assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e a 6 m per la sosta perpendicolare al bordo della carreggiata, con valori intermedi per la sosta inclinata.

Le dimensioni indicate sono da intendersi come spazi minimi, liberi da qualsiasi ostacolo, occorrenti per la sicurezza delle manovre.

Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

Generalità

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

Materiali costituenti e loro qualificazione

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con acf (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100, con le caratteristiche indicate nella tabella 95.1, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Caratteristiche del bitume

Bitume			-	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70	Tipo 80/100
Penetrazione a 25 °C	uni en 1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	uni en 1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	cnr b.u. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	cnr b.u. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160 °C, $\eta = 10s^{-1}$	Pren 13072-2	Pa·s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	uni en 12607-1			
Volatilità	cnr b.u. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	uni en 1426, cnr b.u. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza e il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 95.2 al variare del tipo di strada.

Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello uni n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di	Base	Binder	Usura

		misura			
Los Angeles ¹	uni en 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida ¹	uni en 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	cnr b.u. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	cnr b.u. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤30
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤5	≤5	0
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≤2	≤2	≤2
Indice appiattimento	cnr b.u. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	cnr b.u. n. 65/1978	%	-	≤1,5	≤1,5
cla	cnr b.u. n. 140/1992	%	-	-	≥ 40
1 Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con cla ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido, si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) a elevata rugosità superficiale (cla ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% e il 30% del totale, a eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 95.3.

Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello uni n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	uni en 933-8	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	uni cen iso /ts 17892-12	%	N.P.	-	-
Limite liquido	uni cen iso /ts 17892-12	%	≤ 25	-	-
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	-	≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	cnr b.u. n. 109/1985	%	-	≥40	≥50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di cla ≥ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 95.4.

Aggregato fine. Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5		
Passante allo 0,18	cnr b.u. n. 23/1971	%	100		
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≥80		
Indice plasticità	uni cen iso /TS 17892-12	-	N.P.		
Vuoti Rigden	cnr b.u. n. 123/1988	%	30-45		
Stiffening Power Rapporto filler/bitumen = 1,5	cnr b.u. n. 122/1988	□ PA	≥5		

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali oppure dalla fresatura in situ eseguita con macchine idonee (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: □ 30%;
- conglomerato per strato di collegamento: □ 25%;
- conglomerato per tappeto di usura: □ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

Miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella 95.5.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella 95.5.

Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci uni		Base	Binder	Usura		
				a	b	c
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28- 45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6, 0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle tabelle 95.6 e 95.7.

Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Metodo volumetrico

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni ¹	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C ²	N/mm ²	-	-	0,6-0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C ²	N/mm ²	-	-	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤5	≤25	≤25
1 La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con DG. 2 Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria. 3 Coefficiente di trazione indiretta: $cti = \pi/2 \cdot D_{Rt}/D_c$ dove D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino D _c = deformazione a rottura R _t = resistenza a trazione indiretta.				

Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Metodo Marshall

Metodo Marshall	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui ¹	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	-	-	0,7-1
Coefficiente di trazione indiretta 25 °C	N/mm ²	-	-	> 70
1 La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM.				

Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello uni n. 5) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio uni 0,075 mm contenuti in $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristiche idonee, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m², le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.8.

Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'ancoraggio)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	45 \pm 2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	55 \pm 2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E2-6	
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	30 \pm 5

Per mano d'attacco si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m², le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.9.

Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'attacco)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	40 \pm 2	35 \pm 2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	60 \pm 2	65 \pm 2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'emulsione bituminosa modificata dosata in modo tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m², avente le caratteristiche riportate nella tabella 95.10.

Prima della stesa della mano d'attacco, l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Caratteristiche dell'emulsione bituminosa

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E > 20	
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammolimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino a un massimo del 55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella 95.10.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati e a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo astra (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti e fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati fra di loro di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo un addensamento uniforme in ogni punto, in modo tale da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato, la sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la quantità di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (brasiliiana).

In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:

- peso di volume (dm);
- stabilità e rigidità (cnr b.u. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (cnr b.u. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliiana, cnr b.u. n. 134/1991).

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo e la verifica degli spessori.

Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto.

Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma cnr b.u. n. 105/1985.

Opere d'arte stradali

Caditoie stradali

Generalità

Per caditoie stradali si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, e dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono:

- a griglia;
- a bocca di lupo;
- a griglia e bocca di lupo;
- a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della norma uni en 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità, che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15), per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125), per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili, cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900), per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, a elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionati in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma uni en 124.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 cm □ 45 cm e di 45 cm □ 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubo di scarico deve avere un diametro interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta-secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Marcatura

Secondo il punto 9 della norma uni en 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile, durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma uni;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- il marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera e) del citato punto 9 della norma uni en 124;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera f) del citato punto 9 della norma uni en 124.

Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura presentino aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della norma uni en 124.

Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni in linea con il tipo di classe di impiego.

Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità di incastro di almeno 50 mm. Tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio (o griglia) è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata, in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti, rotazioni ed emissione di rumore. A tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe compresa tra A 15 e D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della norma uni en 124.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi comprese tra E 600 e F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

Fessure

Le fessure, per le classi comprese tra A 15 e B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della norma uni en 124, e al prospetto V della citata norma per le classi comprese tra C 250 e F 900.

Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cestelli di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno

su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello, dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi comprese tra D 400 e F 900 dovrà essere piana, con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata. Verrà, quindi, steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tal fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm. Qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria e opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà, quindi, alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Camerette d'ispezione

Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo e, in generale, in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza. In particolare, devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 100 cm. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 60 cm.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare, le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice), questi devono essere conformi alle norme DIN 19555 e avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo tale che il piolo possa resistere a un

carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme:

- tipo corto: din 1211 B;
- tipo medio: din 1211 A;
- tipo lungo: din 1212.

In tutti i casi, i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi, la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in cemento armato, prfv, ghisa, pvc, pead, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto il chiusino, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota) e da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento. In ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma din 4034.

Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento cem II R. 32.5 dosato a 200 kg per m³ di impasto per il fondo e a 300 kg per m³ per i muri perimetrali. Per le solette si impiegherà, invece, cemento tipo cem II R. 425, nel tenore di 300 kg per m³. In tal caso, sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico. In presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in cemento armato di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane e impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

Tubazioni

Tubazioni in cemento armato vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, e avere le seguenti caratteristiche: R_{ck} ≥ 25 MPa;

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea e i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione, avente R_{ck} ≥ 25 MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Tubazioni in pvc rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi sn2, sdr 51, sn4, sdr 41, sn8 e sdr 34, secondo la norma uni 1401-1.

La tubazione deve essere interrata in un cavo, di dimensioni previste in progetto, sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento. Qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con R_{ck} ≥ 25 MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi e inviarli a un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione. Qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

Pozzetti e chiusini

I pozzetti e i chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato e avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e della maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno, inoltre, essere conformi alla norma uni en 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, le griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:

- la norma di riferimento;
- la classe corrispondente;
- la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme aashto M. 167-70 e aashto M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza uni, carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm², e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Canalette a embrici

Le canalette a embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo tale che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio infissi nel terreno. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Quest'opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, indicato dalla stessa direzione dei lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

CAPO 13 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI

Norme per la misurazione dei lavori

1. Evidenziato che il contratto è stipulato "a corpo" ai sensi dell'[articolo 184 del Regolamento Generale](#), le opere a corpo saranno contabilizzate sulla base di quanto indicato al precedente [articolo 10](#), le opere a misura sulla base dell'[articolo 11](#) e le opere in economia sulla base dell'articolo 12.
2. Qualora si rendesse necessario, le quantità dei lavori e delle somministrazioni (forniture, trasporti e noli) saranno determinate con metodi geometrici, matematici o a peso in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori e le somministrazioni in genere saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto e dall'Elenco Prezzi. Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà nella esecuzione dei lavori e delle somministrazioni e verranno riportate su un apposito libretto che sarà firmato dagli incaricati dell'Impresa e dalla Direzione Lavori. Resta sempre salva, in caso di riserve scritte da parte dell'Impresa, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.
3. L'impresa è tenuta ad eseguire i lavori a perfetta regola d'arte secondo i dettami ultimi della tecnica e a fornire materiali rispondenti a quanto determinato nel Capitolato e nei suoi allegati: tutte le opere e tutte le somministrazioni che, a giudizio della Direzione Lavori non siano state eseguite a perfetta regola d'arte, oppure non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a cura e spese dell'Impresa.
4. Per la misurazione delle opere valgono le regole previste dalla normativa vigente con le seguenti avvertenze:
 - a) per i lavori da eseguirsi in ore diverse dal normale orario di lavoro non verrà concesso aumento alcuno;
 - b) i prezzi dei noli, ove non sia espressamente disposto in modo diverso nei relativi articoli dell'Elenco Prezzi, si intendono comprensivi di ogni onere, provvista e mano d'opera occorrente per il funzionamento dei mezzi (autisti o manovratori, carburanti, lubrificanti, equipaggiamenti di lavoro ecc.). Nelle prestazioni dei mezzi d'opera saranno computate soltanto le opere di effettivo funzionamento in cantiere. In ogni caso non sarà riconosciuto alcun altro compenso per il trasporto del mezzo sul luogo d'impiego;
 - c) scavi e trasporti:
 - 1) gli scavi, se previsti, si intendono da eseguire in terreni di qualunque natura e consistenza;
 - 2) gli sbadacchiamenti e le armature di protezione e contenimento eventualmente necessari, anche se non recuperabili, sono già compensati nei prezzi degli scavi stessi;
 - 3) i prezzi degli scavi, ove non sia meglio specificato, sono comprensivi delle operazioni di sollevamento e/o discesa, carico del materiale sul mezzo di trasporto o nell'accumulo nell'ambito del cantiere e nel successivo trasporto a discarica;
 - 4) prima di iniziare qualsiasi scavo, l'appaltatore dovrà provvedere a rilevare, in contraddittorio con la Direzione Lavori, le sezioni geometriche per il computo dei volumi, collegate agli opportuni capisaldi, rintracciabili anche dopo essere eseguiti i lavori, tali sezioni dovranno essere viste dall'appaltatore in segno di accettazione prima di iniziare gli scavi;
 - 5) il volume degli scavi o dei riporti sarà sempre computato con il metodo delle sezioni ragguagliate, rilevate in contraddittorio prima di eseguirli, senza tenere conto alcuno dell'aumento di volume del materiale dopo lo scavo;
 - 6) i trasporti dei materiali di risulta dovranno essere effettuati alle discariche; la Direzione Lavori potrà eventualmente richiedere che detti materiali siano trasportati nei luoghi che indicherà, comunque compresi nell'ambito del territorio comunale;
 - 7) il controllo della lavorazione dei quantitativi dei materiali previsti verrà effettuato in corso d'opera dalla Direzione Lavori mediante l'accertamento dei pesi e/o degli spessori dei volumi prescritti.
 - d) Per quanto riguarda il trattamento dei rifiuti solidi urbani e di quelli ad essi assimilabili, provenienti dal cantiere oggetto dell'appalto, l'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere a sua cura e spese a conferirli per lo smaltimento presso le discariche autorizzate e competenti per territorio. Tutti i rifiuti non rientranti nella categoria solidi urbani o assimilabili agli urbani, dovranno invece essere conferiti nelle apposite discariche specializzate, con le modalità operative e le relative autorizzazioni previste per legge e le relative spese saranno a totale carico dell'appaltatore.