



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



COMUNE DI QUALIANO



CONVENZIONE SOGESID S.p.A. - MATTM del 12/09/2011

Accordo di Programma Strategico per le Compensazioni Ambientali nella regione Campania
del 18 Luglio 2008 e successivo atto modificativo dell'8 Aprile 2009



COMUNE DI QUALIANO (NA)

INTERVENTI DI POTENZIAMENTO, ADEGUAMENTO E COMPLETAMENTO
DEL SISTEMA FOGNARIO COMUNALE (LOTTI 1-2-3) - 1° Stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo elaborato Capitolato Speciale d'Appalto - Parte II Tecnica				Elaborato A13.2				
Redatto da  Il Direttore Tecnico Ing. Giovanni Pizzo n. 2983 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo 				Gruppo di progettazione Geol. Paolo Martines (Geologia) Ing. Lavinia Sconci (CSP) RTP: Studio Discetti (Capogruppo)  Ing. Enzo Discetti Ing. Giovanni Perillo TECNO IN SPA : Davide Sala  (Supporto specialistico e indagini)				
Cod. Commessa		Codice			Nome file		Data : Luglio 2017	
COM321-2-3_2		PE	ED	A	13.	2	rev. 0	
					COM321-2-3_2.PE.EDA13.2			
Rev.	Data	Descrizione modifica				verificato		approvato
0	07/2017	1 ^a Emissione						

INDICE

1.	PREMESSA.....	5
2.	OPERE	6
2.1	MATERIALI IN GENERE	6
2.2	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	6
2.2.1	Acqua.....	7
2.2.2	Leganti idraulici	7
2.2.3	Calci aeree - Pozzolane	8
2.2.4	Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerato cementizio.	8
2.2.5	Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.....	8
2.2.6	Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.....	8
2.2.7	Cordoni - Bocchette - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.....	9
2.2.8	Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni	9
2.2.9	Pietra naturale.....	9
2.2.10	Pietre da taglio	9
2.2.11	Materiali laterizi	10
2.2.12	Manufatti di cemento.....	10
2.2.13	Materiali ferrosi	10
2.2.14	Legnami	10
2.3	PROVE DEI MATERIALI	11
2.3.1	Certificato di qualità.....	11
2.3.2	Accertamenti preventivi.....	12
2.3.3	Prove di controllo in fase esecutiva	12
2.3.4	Precauzioni per l'uso delle mine	13
2.3.5	Demolizioni	13
2.4	MALTE	14
2.5	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)	15

2.5.1	Generalità	15
2.5.2	Componenti dei conglomerati cementizi	17
2.5.3	Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi	19
2.5.4	Confezione dei conglomerati cementizi	22
2.5.5	Trasporto dei conglomerati cementizi	24
2.5.6	Posa in opera dei conglomerati cementizi	24
2.5.7	Stagionatura e disarmo dei conglomerati cementizi	26
2.6	GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	27
2.7	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.	28
2.8	MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE	29
2.9	CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI	30
2.10	PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI	31
2.11	PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESI	33
2.12	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI, PEZZI SPECIALI, PARAPETTI, ECC.	34
2.13	CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE	34
2.14	STRUTTURE IN ACCIAIO	35
2.14.1	Collaudo tecnologico dei materiali	37
2.14.2	Collaudo dimensionale e di lavorazione	37
2.14.3	Montaggio	38
2.14.4	Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio	39
2.15	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.	40
2.16	SOVRASTRUTTURA STRADALE	41
2.16.1	Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali	41
2.17	STRATI DI FONDAZIONE	42
2.17.1	Strato di agguagliamento in misto granulare, stabilizzato con legante naturale.	42
2.17.2	Fondazione in misto granulare	44
2.17.3	Caratteristiche del materiale da impiegare	45

2.17.4	Studi preliminari	46
2.17.5	Modalità esecutive	46
2.18	FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO	48
2.18.1	Descrizione	48
2.18.2	Caratteristiche dei materiali da impiegarsi	49
2.18.3	Miscela - Prove di laboratorio e in sito	50
2.18.4	Preparazione	52
2.18.5	Posa in opera	52
2.18.6	Protezione superficiale	53
2.18.7	Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione	54
2.19	STRATI DI BASE, COLLEGAMENTO ED USURA	55
2.19.1	Leganti bituminosi di base e modificati	55
2.19.2	Bitumi di base	57
2.19.3	Conglomerati bituminosi a caldo	58
2.20	CONGLOMERATI BITUMINOSI NORMALI DI BASE, COLLEGAMENTO, USURA.	58
2.20.1	Strato di base (se previsto in progetto)	59
2.20.2	Strato di collegamento	60
2.21	STRATO DI USURA	61
2.22	CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE - FONOASSORBENTE PER STRATI DI USURA	78
2.22.1	Aggregati	78
2.22.2	Miscela	79
2.22.3	Requisiti di accettazione	80
2.22.4	Fibre di additivazione	82
2.22.5	Controllo dei requisiti di accettazione	82
2.22.6	Formazione e confezione delle miscele	83
2.22.7	Posa in opera delle miscele	83
2.23	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	84
2.24	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE .	84
2.25	CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	85
2.26	ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	86
2.27	MISURAZIONE DEI LAVORI	87

2.28	SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI	88
2.28.1	Preparazione dei piani di posa	88
2.28.2	Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione.....	89
2.28.3	Demolizioni	90
2.28.4	Rilevati	91
2.28.5	Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali	92
2.29	TURE PROVVISORIE	92
2.30	MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	92
2.31	SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	97
2.32	DRENAGGI	97
2.33	CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	97

1. Premessa

Le presenti norme tecniche hanno lo scopo di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle opere previste in progetto. E' riportata, pertanto, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dei materiali e dei componenti previsti in progetto, nonché i riferimenti normativi, le prove, le norme di accettazione e le modalità di fornitura, approntamento, trasporto, stoccaggio e posa in opera.

Tali procedure dovranno essere correttamente espletate secondo quanto disposto dal presente Capitolato, non essendo ammessi materiali non espressamente previsti e soggetti a tali norme e regole.

2. Opere

2.1 Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

2.2 Qualità e provenienza dei materiali

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

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del Capitolato Generale d'Appalto Decreto n. 145 del 19 aprile 2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

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

2.2.1 Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

2.2.2 Leganti idraulici

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

I leganti idraulici si distinguono in:

Cementi

(di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965)

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le «Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

D.M. 20.11.1984 «Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

Decreto 12/07/1999 n. 314 «Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica per i quali è di prioritaria importanza il rispetto del requisito essenziale n. 1 di cui all'allegato A (resistenza meccanica e stabilità) al decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246».

Agglomerati cementizi e calci idrauliche

(di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965)

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

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

2.2.3 Calci aeree - Pozzolane

Dovranno corrispondere alle «Norme per l'accettazione delle calci aeree», R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle «Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico», R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

2.2.4 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerato cementizio.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

2.2.5 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» del C.N.R. (Fascicolo n. 4-Ed. 1953) e nelle Norme CNR B.U. n ° 139/1992 e 176/1995 ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

2.2.6 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella

«Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945» ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

2.2.7 Cordonni - Bocchette - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle norme UNI vigenti.

2.2.8 Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

2.2.9 Pietra naturale

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

2.2.10 Pietre da taglio

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939, «Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione». Le forme, le dimensioni, il tipo di

lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

2.2.11 Materiali laterizi

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 «Norme per l'accettazione dei materiali laterizi» ed altre Norme UNI vigenti.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

2.2.12 Manufatti di cemento

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

2.2.13 Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare, gli acciai per c.a dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

2.2.14 Legnami

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno dritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

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

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

2.3 Prove dei materiali

2.3.1 Certificato di qualità

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi «Certificati di qualità» rilasciati da un Laboratorio ufficiale

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

2.3.2 Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 1000 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 m³ per i conglomerati cementizi,
- 50 t per i cementi e le calci,
- 5.000 m per le barriere,

Il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. «Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo» delle Norme Generali.

2.3.3 Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, di norma, presso laboratori di fiducia del Committente.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, a spese dell'impresa, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.3.4 Precauzioni per l'uso delle mine

Per le mine che occorressero alla esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore.

Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni speciali e necessarie per evitare alle persone ed alle cose in genere ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso responsabile.

Le mine che dovranno usarsi in vicinanza di strade o di luoghi abitati o di condutture aeree di ogni genere, debbono essere riparate con fascine o legnami, in modo da impedire che le materie lanciate a distanza possano recare danno di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere e segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che sia accertato che tutte le persone e gli operai siano posti al sicuro.

2.3.5 Demolizioni

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa,

essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco. Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti

2.4 Malte

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI vigenti.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m³ di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m³ di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m³ di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

2.5 Conglomerati cementizi semplici armati (Normali e precompressi)

2.5.1 Generalità

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);

 del D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);

 della legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);

 del D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);

 del D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);

 del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare A.N.A.S. n. 55/1986);

 del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la

progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare A.N.A.S. n. 28/1991 del 18.06.1991);

primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza n.3274 del 20/03/2003 e successive modifiche).

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- 2) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. «Prove dei materiali».

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

2.5.2 Componenti dei conglomerati cementizi

1) Cemento

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. «Qualità e provenienza dei materiali».

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. «Qualità e provenienza dei materiali». Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un

degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

2) *Inerti*

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'Art. «Qualità e provenienza dei materiali»; inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno da. luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm dilato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

3) *Acqua*

Provverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate

all'Art. «Qualità e provenienza dei materiali».

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

4) *Additivi*

La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

2.5.3 Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dalle NTC 2008.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck} ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in

attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI EN 12350-1:2009 e con le frequenze di cui alle NTC 2008 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI EN 206-1:2006;
- quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI vigenti (poiché di regola tale determinazione deve

essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI EN 206-1:2014. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m²; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;

si determinerà la media aritmetica di tali valori;

verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;

tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;

se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI vigenti).

2.5.4 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del

cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI EN 206-1:2014.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

2.5.5 Trasporto dei conglomerati cementizi

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa. Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI EN 206-1:2014, salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

2.5.6 Posa in opera dei conglomerati cementizi

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle

prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o

differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'impresa.

2.5.7 Stagionatura e disarmo dei conglomerati cementizi

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M. 14 febbraio 1992.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica,

escludendo i lubrificanti di varia natura.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

2.6 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a

struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose silconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione di fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

2.7 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in

tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i facimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

2.8 Manufatti prefabbricati prodotti in serie

(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici)

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle

caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

2.9 Conglomerati cementizi preconfezionati

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purchè rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI EN 206-1:2006, per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a

rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'A.N.A.S., addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

2.10 Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari

Si richiama quanto è stato prescritto nelle «Generalità» all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benestare della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste dalle NTC 2008, e delle quali si richiamano i seguenti paragrafi:

gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi

dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;

il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;

subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

2.11 Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel D.M. 14 febbraio 1992.

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, nè coke, nè altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh (1) all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finchè la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;

prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 dilato;

l'essudazione⁽²⁾ non dovrà essere superiore al 2% del volume;

l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 giri/min con

⁽¹⁾ *Misura della fluidità con il cono di Marsh.*

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro d variabile da mm 5 a mm 11.

La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm³ di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm³, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm³ di malta sarà compreso tra 13 e 25 minuti secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli:

Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm²)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\varnothing e = \varnothing G^2 \cdot n \cdot x \varnothing f^2$ [diametro equivalente in funzione della guaina ($\varnothing G$), del diametro dei fili ($\varnothing f$) e del loro numero (n.)].

⁽²⁾ *Misura della essudazione della malta.*

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm², \varnothing 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;

il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;

è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Eguale dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

2.12 Conglomerato cementizio per copertine, cantonali, pezzi speciali, parapetti, ecc.

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratorii, un conglomerato cementizio avente un $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; del relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

2.13 Casseforme, armature e centinature

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriai, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purchè soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando

la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 14 febbraio 1992 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

2.14 Strutture in acciaio

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

dalla Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);

dal D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);

dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 31.01.1985);

dal D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);

dal D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);

dal Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24. 01.1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare A.N.A.S. n. 55/1986);

dal D.M. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991.

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza n.3274 del 20/03/2003 e successive modifiche)

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.:

il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la D.L. Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate. Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti esecutivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14 febbraio 1992,

sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

2.14.1 Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dalle NTC 2008.

2.14.2 Collaudo dimensionale e di lavorazione

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la

spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

2.14.3 Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14 febbraio 1992 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della

sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

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

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

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

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

2.14.4 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 14 febbraio 1992.

2.15 Acciaio per c.a. e c.a.p.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Gli acciai inox per armatura di c.a. ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle normative AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio (L = low carbon) per garantire la saldabilità.

Le caratteristiche meccaniche dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per i calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circolare esplicativa (rispettivamente G.U. n.29 del 5 febbraio 1996 e G.U. n.277 del 26 novembre 1996) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

Il tipo di acciaio cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è l'FeB44k.

Modalità di prelievo ed unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armatura di c.a..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 14 febbraio 1992.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t. max; ogni partita minore di 25 t. deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t., spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno

osservare quanto disposto per essi dal D.M. 14 febbraio 1992.

2.16 Sovrastruttura stradale

2.16.1 Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,0 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso il Laboratorio di fiducia del Committente.

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

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

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 5 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

2.17 Strati di fondazione

2.17.1 Strato di agguagliamento in misto granulare, stabilizzato con legante naturale.

Lo strato di agguagliamento sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbia ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art.I delle "norme tecniche per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie con sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. IV/1953).

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei, inoltre non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare (C.N.R. B.U. n° 95/1984). L'indice di appiattimento sarà ≤ 20 .

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme C.N.R. B.U. n°34/1973, inferiore al 30%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti delle Norme C.N.R. ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con prova C.N.R. n° 27/1972, non inferiore al 55%.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di roccia preferibilmente calcarea o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla

setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n°200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio.

Le altre caratteristiche degli inerti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla norma C.N.R. B.U. n° 193/1992.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di agguagliamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Crivelli				Setacci			
25	15	10	5	2	0.4	0.18	0.075
100	65-100	50-80	30-60	20-45	7-25	5-15	4-8

Il rapporto tra passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 dovrà essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di inibizione in acqua , dovrà essere non minore di 50.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno. Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza delle attrezzature di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso d'opera.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in uno o più strati mediante macchina livellatrice e compattato con rulli vibranti o rulli gommati. Esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione nei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e a spese dell'impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno essere impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere determinate dalla D.L. con una prova sperimentale, usandole miscele messa a punto per quel cantiere (prove di costipamento). Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della massima fornita dalla prova AASHTO modificata.

Il valore del modulo di deformazione M_d misurato nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm² dovrà essere ≥ 80 N/mm².

2.17.2 Fondazione in misto granulare

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

2.17.3 Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Miscela passante. % totale in peso
71	100
40	75÷100
25	60÷87
10	35÷67
5	25÷55
2	15÷40
0.4	7÷22
0.075	2÷10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a $\frac{2}{3}$;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia⁽¹⁾ misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle

⁽¹⁾ N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

6. indice di portanza CBR (2), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di \pm 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

2.17.4 Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Il numero e l'ubicazione delle prove di costipamento e di laboratorio, sul materiale posato in opera, sarà stabilito dalla Direzione Lavori e/o dalla Commissione di Collaudo.

2.17.5 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza

⁽²⁾ ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata⁽³⁾.

Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. «Movimenti di terre», ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

⁽³⁾ AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = d_i P_g (100 - x)$$

$$100 P_g - x d_i$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_g = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm)

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

2.18 Fondazione in misto cementato

2.18.1 Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base dovranno essere costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto dovranno avere lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

2.18.2 Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

2.18.2.1 Inerti.

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

1. l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare; (CNR: B.U. n° 95/1984)
2. granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Miscela passante: % totale in peso
40	100
30	80÷100
25	72÷90
15	53÷70
10	40÷55
5	28÷40
2	18÷30
0.4	8÷18
0.18	6÷14
0.075	5÷10

3. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo

- le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
4. equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
 5. indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e, successivamente, l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Le altre caratteristiche degli inerti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla Norma CNR B.U. n° 139/1992

2.18.2.2 Legante.

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

2.18.2.3 Acqua.

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2.18.3 Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

2.18.3.1 Resistenza.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici

confezionati entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286-47:2012) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50.8, peso pestello Kg 4.54, altezza di caduta cm 45.7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova «brasiliiana»⁽¹⁾ non inferiore a 0,25 N/mm² (questi valori per la compressione e la trazione

⁽¹⁾ Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

2.18.4 Preparazione

La miscela dovrà essere confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

2.18.5 Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario

$$\sigma_2 = \frac{2P}{\pi dh}$$

con:

σ_2 = resistenza trazione in N/mm²;

P = carico di rottura in Kg;

d = diametro del provino cilindrico in cm;

h = altezza del provino cilindrico in cm.

proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di $15^{\circ}\text{C} \div 18^{\circ}\text{C}$ ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma $1 \div 2$ ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

2.18.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in

ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

2.18.7 Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione di una opportuna formula di trasformazione oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo, prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 + 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a $105 \pm 110^\circ\text{C}$ fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria

per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre +/- 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

2.19 Strati di base, collegamento ed usura

2.19.1 Leganti bituminosi di base e modificati

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi). Nel seguito indichiamo le caratteristiche dei diversi leganti, nella fattispecie 6 per i bitumi di base.

Qualora i bitumi di base ed i modificati non risultino come da richieste testé definite, verranno penalizzati del 5% i primi e del 10% i secondi per i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella seguente tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

TAVOLA SINOTTICA

CATEGORIA	TAB.	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitumi di base	1.1	A	---	---	CB
Bitume hard	1.2	C	4+2	SBS _r +SIS	CBH ^(*) , CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	1.3	E	8	SBS _r , SBS _i , EVA, LPDE ^(**)	S,GT,CBV
Emulsioni bituminose cationiche	1.4	F ₁ , F ₂	---	---	MAF

(*) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(**) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretana e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP (lastra in calcestruzzo ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBS _r	Stirene – Butadiene – Stirene a struttura radiale
SBS _i	Stirene – Butadiene – Stirene a struttura lineare
LPDE	Polietilene a bassa densità
ACF	Attivanti chimici funzionali

Per ottenere la modifica si potrà operare con aggiunta di composti polimerici al momento della miscelazione all'impianto; in questi casi la verifica dei risultati (prestazioni) si opererà sul conglomerato finale.

2.19.2 Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) con le caratteristiche indicate in Tabella 1.1. impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali.

Nella tabella 1.1. sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base 'A' così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

Tabella 1.1

TABELLA 1.1		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤-6	≤-8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9

penetrazione residua	%	≥40	≥50
----------------------	---	-----	-----

2.19.3 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base, per quelli speciali è previsto un tipo di legante, a modifica "Hard".

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE			
Tipi di conglomerato	Strati di impiego	Materiali fresati (%di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali (A.C.F.) (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	Base	100	0
	Collegamento	100	0
	Usura	100	0
CBH "Hard"	Collegamento	100	0
	Usura	100	0

(*) Sono quelli con maggior durata a fatica

2.20 Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura.

Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie,

sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di base di seguito denominato "Bitume", in impianti automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera, mediante macchina vibro finitrice, e costipato.

Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui al paragrafo 2.19.2 tab. 1.1, i conglomerati di base, collegamento e usura, se non è diversamente indicato negli elaborati progettuali, dovranno essere realizzati con bitumi di base.

Materiali inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR art. 1 del fascicolo IV/1953.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

2.20.1 Strato di base (se previsto in progetto)

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. Per inerte "non frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

1. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.
2. Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere $\leq 30\%$
3. Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

2.20.2 Strato di collegamento

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati. Per inerte “frantumato” si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

1. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) deve essere inferiore o uguale al 25%.
2. Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere $\leq 30\%$
3. Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

2.21 Strato di usura

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 20 ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la D.L. a decidere, caso per caso, l' idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

1. Il coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
2. resistenza alla levigatezza pari a $PSV = 44$ (UNI EN 1097-8) calcolato col metodo del PSV_{mix} ;
3. resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1).

2.21.1.1 Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75, nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi .

2.21.1.2 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

1. alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 2 mm	passante in peso 100%
setaccio UNI n. 0,125	passante in peso 85 - 100%
setaccio UNI n. 0,063	passante in peso 70 - 100%

2. indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP
3. palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta_{R\&B} > 5\%$

2.21.1.3 *Miscele*

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

1) Strato di base

Apertura setacci UNI	Passante totale in peso %
31.5	100
20	68-88
16	55-78
8	36-60
4	25-48
2	18-38
0.5	8-21
0.25	5-16
0.063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 3,8%-5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 8 e 18 cm.

2) Strato di collegamento

Apertura setacci UNI	Passante totale in peso %
20	100
16	90-100

12.5	66-86
8	52-72
4	34-54
2	25-40
0.5	10-22
0.25	6-16
0.063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,1%-5,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm.

3) Strato di usura

Apertura setacci UNI	Passante totale in peso %	
	FUSO A	FUSO B
16	100	-
12.5	90-100	100
8	70-88	90-100
4	40-58	44-64
2	25-38	28-42
0.5	10-20	12-24
0.25	8-16	8-18
0.063	6-10	6-10

Bitume, riferito alla miscela, 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l' usura tipo A e 3 cm per il tipo B.

Per il caso di specie è preferibile l'utilizzo dello strato di usura del tipo B

Qualora si rendesse necessario realizzare uno spessore di 7 cm, la curva di progetto deve essere concordata con la D.L.:

Inoltre in deroga a quanto descritto precedentemente la percentuale di sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore al 90%

nella miscela delle due sabbie. Per condizioni di clima asciutto e caldo prevalenti si devono usare curve granulometriche prossime al limite inferiore dei fusi di riferimento.

2.21.1.4 *Requisiti di accettazione*

I conglomerati devono avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono. Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

1) Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B-93 EDITION 1 B).

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

<i>Condizioni di prova</i>	
Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600

Dimensioni provino, mm:	150
----------------------------	-----

<i>Requisiti di idoneità'</i>		
N1	a 10 rotazioni: % vuoti	11÷15
N2	a 100 rotazioni: % vuoti	3÷6
N3	a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

Parametri	Miscele con bitume TQ
Rt (GPa x 10 ⁻³)	0,72 ÷ 1,40
CTI (GPa x 10 ⁻³)	≥ 65

In alternativa si potrà ancora usare il metodo Marshall il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30173 con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare superiore a 800 daN; inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm, deve essere ≥ 250 daN/mm. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121187). Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui

compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n°39 del 23.3.73).

2) Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoria' (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

<i>Condizioni di prova</i>	
Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600
Dimensioni provino, mm:	100

<i>Requisiti di idoneità'</i>		
	<i>Rotazioni</i>	<i>% vuoti</i>

N1	10	11÷15
N2	100	3÷6
N3	180	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrica a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

Parametri	Miscele con bitume TQ
Rt (GPa x 10 ⁻³)	0,72 ÷ 1,40
CTI (GPa x 10 ⁻³)	≥ 65

In alternativa si potrà ancora usare il metodo Marshall. La stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n°39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

3) Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93

EDITION 1B-93 EDITION 1B).

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

<i>Condizioni di prova</i>	
Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600
Dimensioni provino, mm:	100

<i>Requisiti di idoneità'</i>		
	Rotazioni	% vuoti
N1	10	11÷15
N2	100	3÷6
N3	180	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

Parametri	Miscele con bitume TQ
Rt (GPa x 10 ⁻³)	0,72 – 1,40
CTI (GPa x 10 ⁻³)	≥ 65

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere in ogni caso compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n° 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta (Prova Brasiliana - normativa interna della Committente allegato 1) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Usura tipo

Temperatura di prova (°C)	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.5- 2.5	0.7- 1.0	0.3- 0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥160	≥70	≥35

2.21.1.5 Modalità di esecuzione dei provini Marshall

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n° 121 del 24.08.1987).

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta al

punto 3.3. della norma CNR 30/73.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 140°C la D.L. in presenza dell'impresa deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

2.21.1.6 Controllo dei requisiti di accettazione

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti di adesione per la relativa accettazione presso Laboratori di fiducia.

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L., per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato per il passante maggiore o uguale al 2 mm:

- $\pm 5\%$ per lo strato di base;
- $\pm 3\%$ per gli strati di binder ed usura.

Per il passante minore di 2 mm e maggiore di 0,063, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato del $\pm 3\%$.

Per il passante al setaccio 0,063 mm $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25\%$ e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della

quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La D.L. si riserva la facoltà di controllare le miscele, sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica, con prove di carico costante (norma CNR B.U. n° 106 del 10.4.1985); in tal caso, il parametro J_I a 10°C deve essere compreso tra 25 e 40 $\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$, mentre il parametro J_p a 40°C deve essere compreso tra $14\cdot 10^6$ e $26\cdot 10^6$ $\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$. Tali valori verranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in laboratorio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

1. la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere;
2. la verifica granulometrica degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
3. la verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
4. Sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini sottoposti all'apparecchiatura "Pressa Giratoria" per il controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi;

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche del bitume con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in tonnellate) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

La verifica di idoneità della miscela prodotta deve essere effettuata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4).

I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoria' devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

Queste prove sostituiscono le prove Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle

tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche dei bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare, la verifica delle caratteristiche del bitume deve essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto dei prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in daN) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Ai fini dell'applicazione della penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 26.2 tabelle 1.1 sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono $50-0,1*50=45\text{dmm}$ e $70+0,1*70=77\text{dmm}$).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovranno essere rispettate le soglie delle percentuali del bitume di cui agli art. 27.3.3 e art. 27.3.4 sempre con una tolleranza del 10%.

La D.L. potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dai range descritti. E' facoltà della D.L. ritenere comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite.

Calcolo della penale: qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$\mathbf{CM}_{(metri\ cubi)} = Q / (2,3 \times 0,045)$$

$$\mathbf{D}_{(euro)} = 0,15 \times \mathbf{CM} \times \mathbf{PS}$$

D è la cifra da detrarre e PS è il prezzo (€/mc) di aggiudicazione dei lavori del

conglomerato realizzato con il bitume in oggetto.

Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

Nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume oppure il parametro da penalizzare (fuori tolleranza) sia la percentuale del bitume si considererà $Q = 20\text{ton}$.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato la D.L. può disporre l'esecuzione di carotaggi (effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione o comunque entro l'emissione del collaudo provvisorio)

2.21.1.7 Controllo sulla qualità della pavimentazione stradale

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.

Dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi. I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale nel caso di uso diretto di misura degli spessori, dovranno avere diametro compreso tra 100 e 200 mm.

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera, la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della D.L. di variazione del sistema di compattazione.

2.21.1.8 *Formazione e confezione delle miscele*

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiatura, la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento dei bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia dei bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L., in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,50% in peso.

2.21.1.9 Attivanti di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensati nei prezzi. Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della D.L..

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3‰ (tre per mille) ed il 6‰ (sei per mille) rispetto al peso dei bitume.

Possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con

appositi test di cantiere.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere della D.L. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.

2.21.1.10 Posa in opera

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici, dei tipi approvati dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, 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 striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso 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 ed esportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire

mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generati possono pregiudicare la perfetta riuscita dei 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 solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche dei peso massimo di 14t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati. Al termine della compattazione, gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall (Dm) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto (mediante l'utilizzo di idonea strumentazione, quale il volumometro)

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà la DG di progetto.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

Per lo strato di base, la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,6÷1,2 Kg/m².

2.22 Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato deve essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale in tutte le pavimentazioni e soprattutto, nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva)
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fono-assorbenza).

Viene steso di norma e spessori di 4 cm costipati, salvo diversa richiesta del progetto.

2.22.1 Aggregati

Gli aggregati devono rispondere ai requisiti elencati agli articoli precedenti; inoltre, per lo strato inferiore calcareo dovranno essere rispettati i requisiti previsti, precedentemente descritti, per lo strato di base e per lo strato superiore i requisiti relativi allo strato di usura.

Le sabbie utilizzate devono essere ricavate per frantumazione.

2.22.2 Miscela

La miscela deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

Setacci UNI EN	Passante totale % in peso Sp. 4-6 cm
20	100
14	80-100
8	20-70
4	12-25
2	10-20
0.5	8-14
0.25	7-13
0.063	6-12

La D.L. al fine di verificare l'elevata fono-assorbenza, si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote prelevate in sito delle dimensioni di 100m².

Le carote devono essere prelevate dopo il 15 giorno della stesa dei conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbenza (β) in condizioni di incidenza normale deve essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (β)
400-630	$\beta \geq 0.15$
800-1600	$\beta \geq 0.30$
2000-2500	$\beta \geq 0.30$

Il controllo potrà essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso, eseguiti mediante il veicolo RIMA, sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di (β) devono essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (β)
400-630	$\beta \geq 0.25$
800-1250	$\beta \geq 0.45$
1600-2500	$\beta \geq 0.55$

2.22.3 Requisiti di accettazione

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

<i>Condizioni di prova</i>	
Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600±3
Dimensioni provino, mm:	100

<i>Requisiti di idoneità'</i>			
	<i>STRATO CALCAREO</i>	<i>STRATO SUPERIORE</i>	<i>% vuoti</i>
<i>N1</i>	10	10	≥ 28
<i>N2</i>	50	50	≥ 22
<i>N3</i>	130	130	≥ 20

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Strato calcareo	Strato superiore
Rt (GPa x 10-3)	0,34 – 0,58	0,36-0,60
CTI (GPa x 10-3)	≥ 20	≥ 22

Si potrà anche procedere con il metodo Marshall.

Il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n° 30 dei 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di 140°C, deve risultare ≥ 500 daN.

Il valore del modulo di rigidezza Marshall deve essere ≥ 200 daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui ≥ 18% (CNR B.U. n° 39 dei 23.03.73).

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico dei provini. L'altezza dei provini deve essere misurata su quattro punti diametralmente opposti con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui devono essere confezionati presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste ai paragrafi precedenti.

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm ²)	0.70- 1.00	0.25- 0.40	0.10- 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥70	≥30	≥15

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121187).

2.22.4 Fibre di additivazione

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre in percentuale variabile tra lo 0,25% 0,40% in peso.

2.22.5 Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate al paragrafo riguardante la miscela di usura.

In aggiunta si prescrive quanto segue:

- 1) la prova di Creep non deve essere eseguita.
- 2) la capacità drenante in sito della pavimentazione drenante deve essere eseguita ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia.

Le misure vanno svolte con permeametro a colonna d'acqua. La misura potrà essere fatta con apparecchi ad alto rendimento il cui valore andrà riportato a quelli rilevati con il permeabilmetro.

2.22.6 Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali.

2.22.7 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali ad eccezione della compattazione della pavimentazione drenante che deve essere eseguita mediante rullo statico metallico del peso di ≥ 15 t.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella Marshall (D_M) rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione deve essere eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n° 40 del 30.3.73), e deve essere determinata su carote di 200 mm di diametro. Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote del diametro 200 mm prelevate in sito deve essere $\geq 15 \times 10^{-2}$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante media eseguita in solo e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 CM² e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm deve essere ≥ 18 dm³ /min.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affrancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco nella quantità compresa tra 0,600 e 2 Kg/m² (secondo le indicazioni della D.L.) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La D.L. indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Deve altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

2.22.7.1 Penali

Per le misure drenanti la prestazione risulta legata alle loro specifiche caratteristiche.

Si avrà quindi una riduzione dei 10% (dieci per cento) dei prezzi comprensivi di mano d'attacco se non si raggiungerà il valore di capacità drenante di 18 dm³/min..

Si avrà una penalità dei 2% (due per cento) per ogni valore non raggiunto.

La penale complessiva potrà quindi raggiungere il 16% sempre del prezzo comprensivo di mano d'attacco collegandole con opportuni sistemi di scarico e/o dispersione trasversale.

2.23 Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

2.24 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni idonee.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui

di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subeorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

2.25 Cordonata in conglomerato cementizio

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm². Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione

dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm²), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

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. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per m³ di sabbia.

2.26 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. 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.

2.27 Misurazione dei lavori

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l' Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l' opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.

I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare negli S.A.L. è la parte percentuale del totale

del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, dalla quale saranno dedotte le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto delle opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo sempre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

2.28 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi e dei rilevati, esclusi quelli di fondazione e di bonifica, verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti.

Avrà, invece, valore di liquidazione per gli scavi di fondazione e di bonifica.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

In ogni caso il bilancio dei movimenti di materie è fissato a corpo e, pertanto, l'Appaltatore è compensato con il prezzo a corpo per ogni fornitura di materiale dalle cave di prestito necessaria per la formazione dei rilevati, da qualunque distanza il materiale dovesse provenire

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dal Responsabile del Procedimento, utilizzare metodi di correzione dei materiali di caratteristiche fisico meccaniche scadenti provenienti dagli scavi in modo da renderli utilizzabili per i rilevati, restando a proprio carico ogni onere e spesa relativa ai materiali di correzione ed alle lavorazioni a ciò necessaria.

2.28.1 Preparazione dei piani di posa

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine

scritto della Direzione Lavori; il materiale di scavo che sia costituito da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni caso nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore se non il corrispettivo dello scavo di sbancamento per la bonifica, ovviamente se questa risulterà necessaria, rimanendo pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale per rilevato rimane comunque a carico dell'Appaltatore perchè compensato con il prezzo a corpo.

E' inoltre compensata con il prezzo a corpo la profilatura delle scarpate e dei cassonetti, anche in roccia, e l'eventuale esaurimento d'acqua.

Del pari, la preparazione del piano di posa in trincea verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

2.28.2 Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale, di norma, dovrà riutilizzarli per l'opera appaltata o trasportarli a discarica, se non idonei, oppure, se idonei ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Sono inoltre compensati con il prezzo a corpo gli scavi in roccia di qualunque entità o percentuale nei confronti dello scavo in genere.

Gli scavi di fondazione verranno invece compensati a misura, ma rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal

prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, nè il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

2.28.3 Demolizioni

Con il compenso a corpo sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche la eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell' Appaltatore per essere eventualmente

utilizzati per altre lavorazioni del Lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'Ordine scritto di demolizione dalla Direzione lavori, è anch'essa compresa nel compenso a corpo dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

2.28.4 Rilevati

Il prezzo a corpo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte del presente Capitolato. Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso a corpo.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo a corpo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le quote di progetto e, comunque, quelle necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli alla velocità di progetto.

L'eventuale fornitura e posa di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc. che venissero ritenute necessarie dal Responsabile del Procedimento, saranno ad esclusivo e totale carico dell'Appaltatore, salvo che l'altezza del rilevato tra la quota del piano viabile (quota rossa) e la base del piano di posa del rilevato o la base delle bonifiche se esistono, sia inferiore a 150 centimetri.

2.28.5 Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali

La formazione dei rilevati può essere prevista in progetto da eseguirsi con l'uso di materiali di rinforzo, di armature, ecc. anche in sostituzione di vere e proprie strutture di sostegno o controripa.

In tal caso l'Appaltatore dovrà verificare gli elaborati di progetto ed i calcoli di stabilità relativi, per durate di servizio di opere permanenti non inferiore a 70 anni per strutture " ordinarie " ed a 100 anni per strutture "ad alto livello di sicurezza" (spalle e pile di ponti, muri inondabili, ecc., specialmente in zone dichiarate sismiche dalle vigenti disposizioni di legge).

Anche tali sistemi rientrano nel prezzo a corpo, esclusi solo gli eventuali cordoli, solette o solettoni di fondazione che dovessero essere necessarie, ma compresi tutti gli altri oneri tra i quali quelli derivanti dal pagamento dei diritti di eventuali Brevetti e quelli di eventuale assistenza specialistica e di laboratorio

2.29 Ture provvisorie

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi: la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recuperi; ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati nelle ture provvisorie restano di proprietà dell'Impresa la quale dovrà provvedere, a sue spese, alla loro rimozione e recupero.

Il pagamento delle ture verrà effettuato computando la superficie effettiva dell'opera in base alla lunghezza, misurata secondo lo sviluppo dell'asse medio della struttura, ed altezza pari a quella della parete piena.

La lunghezza sarà misurata secondo lo sviluppo sulla mezzeria della struttura.

Si specifica inoltre che, per le ture, l'altezza sarà quella della parete piena.

2.30 Murature in genere e conglomerati cementizi

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto

allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, gli intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

Tuttavia, verranno compensate a misura solo le parti di struttura facenti parte delle fondazioni (plinti, solette, solettoni, platee nonché ogni genere di fondazione di tipo indiretto).

Verranno, invece, compensate a corpo tutte le murature in elevazione, la resistenza dei materiali delle quali dovrà essere non inferiore a quella prevista in progetto o comunque necessaria a seguito dei prescritti calcoli di stabilità, il controllo dei quali costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Per "parti in elevazione" delle strutture si considerano, come normalmente viene indicato nel linguaggio tecnico delle costruzioni, le parti elevantisi dall'estradosso (spiccato) del plinto, della soletta, del solettone, della platea, ecc.

Tali parti in elevazione, che si ribadisce saranno compensate a corpo, comprendono le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le cassature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi, eseguiti in opera o prefabbricati, la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Resta, inoltre, contrattualmente stabilito che con l'erogazione del compenso a corpo debbono intendersi compensate tutte le prove, sia preliminari che quelle effettuate durante l'esecuzione dei lavori, relative ai materiali utilizzati, prove distruttive e non distruttive

previste dalla Legge o dallo Strutturista nonché per le prove di carico ed il collaudo statico.

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo a corpo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata. Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo a corpo.

Il prezzo a corpo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto; con detto prezzo a corpo viene compensata altresì, la manodopera, anche specialistica, necessaria. Il suddetto corrispettivo a corpo comprende inoltre:

1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc. delle qualità da definire con la Direzione dei Lavori in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

Qualora, invece, il Responsabile del Procedimento ritenga di utilizzare particolari e specifiche procedure e sistemi di protezione (ad es. catodica) o l'uso di cementi pozzolanici o ad alta resistenza, interventi questi ritenuti necessari per la presenza di acque di percolazione chimicamente aggressive (solfatiche, basiche, ecc.) o perché le opere ricadono in atmosfera di tipo marino o industriale particolarmente aggressivo, l'Amministrazione appaltante potrà ordinare l'impiego dei materiali di qualità migliore

assumendosene l'onere e la spesa per l'acquisto, ma rimanendo a carico dell'Appaltatore, perchè ricompreso nel compenso a corpo, l'onere e la spesa del trasporto dai magazzini dell'Amministrazione al Cantiere e quelli di posa in opera dei materiali forniti.

Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc. impalcati di qualunque tipo e dimensione.

Gli apparecchi di appoggio saranno dimensionati sia in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e, di norma, per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato di tipo continuo nella previsione di grado di sismicità non superiore ad $S = 9$; sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e specialistico necessario. Qualora la sismicità sia maggiore od il Responsabile del Procedimento proponga l'uso di apparecchiature particolari di qualità migliore e l'Amministrazione accetti, essa se ne assumerà l'onere di acquisto, ma rimarrà a carico dell'Appaltatore, ricompreso nel compenso a corpo, l'onere di trasporto dai magazzini dell'Amministrazione e di posa in opera dei materiali forniti. Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò, qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 3) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra nonchè le relative feritoie e le tubazioni per la fuoruscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo a corpo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle

acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo.

- 4) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia di qualunque lunghezza e dimensione; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo; qualora, peraltro, siano necessari apparecchi di giunto per zone dichiarate sismiche di grado superiore ad $S = 9$ potranno essere utilizzati giunti particolari la cui fornitura a pie' d'opera sarà a carico dell'Amministrazione appaltante, mentre ogni onere di applicazione e posa in opera sarà a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore in quanto compensato con il prezzo a corpo.
- 5) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc.) e per le barriere antirumore, esclusa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.
- 6) Il prezzo a corpo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio-calcestruzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonchè gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione escluse. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento e della relativa emissione delle rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo. Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell'Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell'agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

2.31 Sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale è compensata con il prezzo a corpo dell'appalto.

Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonché le specifiche tecniche di Capitolato Speciale, relative alle caratteristiche dei materiali, alla loro composizione, ecc., mediante prove da effettuare presso i Laboratori Ufficiali, le misurazioni dei singoli strati componenti sarà effettuata solo dopo il prescritto costipamento.

Tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo.

La Direzione dei Lavori, nei casi di accertata carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste oppure nei casi di imprecisa esecuzione della sovrastruttura, riferirà al Responsabile del procedimento proponendo gli opportuni interventi.

2.32 Drenaggi

Le profondità che daranno luogo alla applicazione dei prezzi per lo scavo ed il riempimento dei drenaggi, saranno determinate con la media ponderale, campione per campione, delle varie profondità previste in Elenco Prezzi in relazione al profilo del terreno ed al fondo dello scavo.

2.33 Cordonate in conglomerato cementizio

Le cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera secondo le prescrizioni dell'articolo del Capo 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta verrà compensato a parte.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

INDICE

1.	TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE	8
1.1	Riferimenti normativi	8
1.2	Prescrizioni per l'accettazione del materiale	10
1.3	Caratteristiche generali dei tubi in ghisa sferoidale	10
1.4	Caratteristiche generali dei pezzi speciali e dei raccordi in ghisa sferoidale.....	13
1.5	Rivestimento esterno ed interno	14
1.6	Giunzioni	15
1.6.1	Generalità	15
1.6.2	Giunti a bicchiere per giunzione in gomma	16
1.6.3	Giunti a flangia.....	18
1.6.4	Giunto a flangia mobile	18
1.6.5	Giunzioni antisfilamento.....	19
1.6.6	Prove.....	21
1.7	Guarnizioni elastomeriche	22
1.8	Marcature di tubi e raccordi	23
1.9	Movimentazione dei materiali	23
1.9.1	Trasporto	23
1.9.2	Carico e scarico.....	24
1.9.3	Accatastamento e immagazzinamento	26
1.10	Modalità e procedure di posa in opera.....	29
1.10.1	Scavo	29
1.10.2	Letto di posa.....	31
1.10.3	Posa in opera	32
1.10.4	Riempimento dello scavo.....	34
1.10.5	Taglio delle condotte.....	34
1.11	Esecuzione delle giunzioni	36

1.11.1	Montaggio dei tubi con giunto elastico automatico	36
1.11.2	Esecuzione di una giunzione a serraggio meccanico	37
1.11.3	Precauzioni dopo il taglio di un tubo	38
1.11.4	Montaggio dei pezzi speciali con flange orientabili	38
1.11.5	Prove/Controlli/Collaudi	39
1.11.6	Controllo del diametro interno, del diametro esterno e dello spessore	41
1.11.7	Lunghezze unificate	43
1.11.8	Tolleranza di ovalità dell'estremità liscia	44
1.11.9	Rigidezza diametrale	44
1.11.10	Accettazione dei prodotti	47
1.11.11	Non conformità	48
1.11.12	Verifiche ispettive (audit)	49
1.11.13	Oneri dell'appaltatore	49
1.12	Collaudo	49
1.12.1	Lunghezza delle condotte da esaminare	50
1.12.2	Preparazione della prova	50
1.12.3	Riempimento della condotta	51
1.12.4	Tempo di assorbimento	51
1.12.5	Messa in pressione	51
1.12.6	Valutazione della prova	52
2.	TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO	53
2.1	Scopo di fornitura	53
2.2	Documentazione di riferimento	53
2.3	Caratteristiche della fornitura	54
2.3.1	Materiale	54
2.3.2	Caratteristiche meccaniche	54
2.3.3	Composizione chimica	55
2.3.4	Diametri	55
2.3.5	Massa lineica	56
2.3.6	Spessori minimi	56
2.3.7	Lunghezze	57

2.3.8	<i>Giunti</i>	57
2.3.9	<i>Rivestimento (esterno ed interno)</i>	57
2.3.10	<i>Tolleranze</i>	58
2.3.11	<i>Marcatatura</i>	59
2.4	Prove/controlli/collaudi.....	59
2.5	Certificazioni.....	62
2.6	Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore.....	64
2.7	Non conformità.....	64
2.8	Verifiche ispettive (audit).....	65
2.9	Oneri dell'appaltatore.....	65
3	TUBAZIONI IN PEAD CORRUGATO.....	65
3.1	Premessa.....	65
3.2	Scopo 66	
3.2.1	<i>Caratteristiche del materiale</i>	66
3.3	Collaudi.....	81
3.3.1	<i>Collaudo idraulico in stabilimento</i>	81
3.3.2	<i>Collaudi in opera</i>	82
3.4	Resistenze.....	83
3.4.1	<i>Resistenza alla pressione interna</i>	83
3.4.2	<i>Rigidezza circonferenziale</i>	84
3.4.3	<i>Scelta della rigidità del tubo</i>	84
3.4.4	<i>Deformazione a breve e lungo termine</i>	85
3.5	Calcolo della deformazione sotto carico esterno.....	86
3.5.1	<i>Basi di calcolo per le tubazioni flessibili</i>	86
3.5.2	<i>Calcolo della deformazione sotto carico</i>	87
3.5.3	<i>Carico del terreno</i>	87
3.5.4	<i>Tensioni di parete</i>	88
3.5.5	<i>Resistenza longitudinale alla trazione</i>	89

3.6	Installazione	89
3.6.1	Trasporto ed accettazione dei tubi	89
3.6.2	Scarico ed immagazzinamento in cantiere.....	90
3.6.3	Accatastamento dei tubi.....	90
3.6.4	Scavi.....	91
3.6.5	Letto di posa	91
3.6.6	Installazione.....	92
3.6.7	Posa in presenza d'acqua di falda	93
3.6.8	Riempimento dello scavo.....	93
3.7	Accettazione delle Tubazioni	95
3.	TUBAZIONI IN POLIETILENE PE100	96
3.1	Generalità.....	96
3.2	Riferimenti normativi.....	96
3.3	Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi	98
3.3.1	Aspetto	99
3.3.2	Colore.....	99
3.3.3	Diametri e spessori	99
3.3.4	Lunghezze	100
3.3.5	Indice di fluidità.....	100
3.3.6	Requisiti prestazionali	101
3.3.7	Collaudi in produzione	101
3.3.8	Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità.....	102
3.3.9	Marche	102
3.3.10	Esclusioni	103
3.3.11	Garanzie.....	104
3.4	Pressioni e spessori	105
3.4.1	Classi di pressioni.....	105
3.4.2	Calcolo degli spessori.....	105
3.4.3	Resistenza alla pressione esterna	106
3.4.4	Relazioni tra PN, MRS, S e SDR	107

3.5	Giunzioni	108
3.5.1	Generalità	108
3.5.2	Giunzioni meccaniche.....	109
3.5.3	Giunzioni saldate	110
3.5.4	Saldatura per elettro fusione.....	111
3.5.5	Saldatura di manicotti:	112
3.5.6	Saldatura per elementi termici da contatto.....	114
3.5.7	Saldatrici ad elementi termici per contatto	115
3.5.8	Scheda di manutenzione	118
3.5.9	Saldatrici per elettro fusione	119
3.5.10	Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettro fusione	120
3.6	Raccordi	123
3.6.1	Raccordi a compressione	123
3.6.2	Raccordi formati (o segmentati).....	129
3.6.3	Raccordi elettrosaldabili.....	130
3.6.4	Raccordi saldabili per fusione (testa a testa).....	135
3.6.5	Marche dei raccordi.....	138
3.7	Accettazione di tubi e raccordi	138
3.8	Movimentazione dei materiali	140
3.8.1	Trasporto dei tubi.....	140
3.8.2	Carico, scarico e movimentazione	140
3.8.3	Accatastamento dei tubi.....	141
3.8.4	Conservazione dei materiali.....	141
3.8.5	Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa.....	142
3.8.6	Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili.....	142
3.9	Modalità e procedure di posa in opera.....	142
3.9.1	Scavi.....	142
3.9.2	Letto di posa	143
3.9.3	Posa in opera	144
3.9.4	Riempimento dello scavo.....	145
3.9.5	Curvabilità dei tubi	147

3.9.6	Danni.....	147
3.10	Collegamenti	147
3.11	Collaudo idraulico in opera	148
3.11.1	Generalità.....	148
3.11.2	Collaudo tradizionale	148
3.11.3	Collaudo aggiornato.....	150
3.12	Verifiche ispettive	153
3.12.1	Generalità.....	153
3.12.2	Verifiche ispettive nei cantieri	154
3.12.3	Verifiche ispettive nelle fabbriche.....	155
3.12.4	Costi delle verifiche ispettive.....	156
4.	VALVOLE A SARACINESCA	157
4.1	Scopo di fornitura	157
4.2	Documentazione di riferimento	157
4.3	Caratteristiche della fornitura	158
4.3.1	Premessa	158
4.3.2	Diametri	158
4.3.3	Pressioni.....	158
4.3.4	Temperature	158
4.3.5	Flange	159
4.3.6	Scartamento	159
4.3.7	Direzione di manovra.....	159
4.3.8	Involucro.....	159
4.3.9	Coperchio	160
4.3.10	Cuneo.....	160
4.3.11	Albero	161
4.3.12	Tenuta	161
4.3.13	Viteria	161
4.3.14	Marcatatura	162
4.4	Prove/controlli/collaudi.....	162

4.5	Certificazioni	163
4.6	Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore	165
4.7	Non conformità	165
4.8	Verifiche ispettive (audit)	166
4.9	Oneri dell'appaltatore	166
5.	SFIATI	167
5.1	Campo di applicazione	167
5.2	Riferimento a Norme e Regolamenti.....	167
5.2.1	<i>Caratteristiche</i>	168
5.2.2	<i>Marcatura</i>	169
5.2.3	<i>Prove</i>	169
5.2.4	<i>Accettazione delle Apparecchiature</i>	170
6.	MISURATORE DI PORTATA ELETTROMAGNETICO.....	171
6.1	Caratteristiche	171
6.2	Specifiche tecniche.....	171
6.3	Accettazione dei misuratori di portata.....	171
7.	CHIUSINI E GRIGLIE IN GHISA SFEROIDALE	172
	POZZETTI IN CEMENTO ARMATO VIBRATO.....	175
7.1	Accettazione dei pozzetti	175

1. TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE

1.1 Riferimenti normativi

UNI EN 545/2010 :	Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua – Prescrizioni e metodi di prova.
EN ISO 9001:2015:	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
UNI ISO 8180/2007:	Condotta di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene
UNI EN 10204/2005:	Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo
UNI 9163/2010:	Giunto elastico automatico – Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto.
UNI EN 1092-2/1999:	Flange e loro giunzioni- Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN – Flange di ghisa.
UNI EN 681-1/2006:	Elementi di tenuta in elastomero – Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
UNI ISO 10802/1994 :	Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale – Prove idrostatiche dopo posa.
Decr. Min. LL.PP. 12/12/85 :	Norme tecniche relative alle tubazioni.
Circ. n. 27291 Min. LL.PP. 20/3/86 :	Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni pubblicato sulla G.U. 14 marzo 1986 n.61.

Circ. n. 102 Min. Sanità 2/12/78 : Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.

In alternativa, in attesa della entrata in vigore prevista per il luglio 2007, si può far riferimento al Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174 *“Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano”*, pubblicato sulla G.U. 17 luglio 2004 n. 166;

D. Lgs. N. 93 del 25 feb. 2000: “Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione e della direttiva 2014/68/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (rifusione), che ne dispone l'abrogazione” pubblicato sulla G.U. 18 aprile n. 91.

Le norme, decreti e circolari sopra elencate e di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.

Resta stabilito che, nel caso di discordanza tra le varie normative. L'ordine di prevalenza è il seguente:

- Norme del presente Disciplinare;
- D.M. L.L.P.P. 12 dicembre 1985;
- Norma UNI EN 545/2010;
- Norme UNI;
- Restanti norme richiamate nel testo.

1.2 Prescrizioni per l'accettazione del materiale

Le tubazioni ed i pezzi speciali in ghisa sferoidale dovranno essere prodotti in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015 per la progettazione, fabbricazione e commercializzazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI ISO/IEC TS 17021:2015 (Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione) e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 545:2010 emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN ISO IEC 17000.

Tutte le caratteristiche meccaniche, dimensionali, di resistenza e di prestazione devono essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI EN 545/2010.

1.3 Caratteristiche generali dei tubi in ghisa sferoidale

Le tubazioni in ghisa sferoidale devono essere prodotte in stabilimento certificato a norma ISO 9001 e conformi alla norma UNI EN 545:2010.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi deve avere le seguenti caratteristiche:

resistenza a trazione minima (DN40 –DN2000):	420 MPa
allungamento minimo a rottura (DN40 –DN1000):	10%
durezza Brinell:	<= 230 HBW

Resistenza alla flessione longitudinale:

- cfr. Appendice "B" prospetto "B.1" della norma UNI EN 545/2010;

Rigidità diametrale minima "S":

- cfr. Appendice "C" prospetto "C.1" della norma UNI EN 545/2010;

Ovalizzazione ammissibile:

- cfr. Appendice "C" prospetto "C.1" della norma UNI EN 545/2010.

Per diametri nominali da 60 a 600 mm incluso, la lunghezza utile deve essere pari a 6 m. Le relative tolleranze devono essere conformi alla norma UNI EN 545.

I tubi devono risultare diritti secondo quanto descritto nel paragrafo 6.2 della EN 545; è consentito uno scostamento massimo pari allo 0,125 % della loro lunghezza.

I tubi devono avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma; il giunto dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta. La guarnizione deve presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere e una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta deve essere assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

In particolare, i tubi devono essere muniti dei seguenti tipi di giunti:

- giunti a bicchiere per giunzioni sia di tipo elastico automatico con guarnizioni conformi alla Norma EN 681-1:2006 e UNI 9163:2010;
- giunti a bicchiere per giunzioni sia di tipo elastico meccanico con guarnizioni conformi alle norme UNI vigenti;
- giunzioni flangiate con forature conformi alla norma EN 1092-2:1999.

Le guarnizioni per il trasporto di acque potabili devono essere conformi alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 2 Dicembre 1978.

Tale guarnizione, prodotta per stampaggio e convenientemente vulcanizzata, deve presentare i seguenti requisiti:

- forma, dimensioni, caratteristiche meccaniche e qualitative e tolleranze, conformi alla Norma UNI 9163:2010;

- presenza di apposito rilievo all'esterno, finalizzato a consentire sia l'alloggiamento all'interno del bicchiere, che deviazioni angolari - così come previsto al punto 5.2.1 della Norma UNI EN 545:2010 -, sia durante che dopo l'installazione, spingendo attraverso la guarnizione l'estremità liscia nel bicchiere dell'elemento da accoppiare;
- assenza di saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro, a condizione, però, che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto;
- possesso di caratteristiche di elasticità e resistenza che non decadano sensibilmente nel tempo;
- assenza, a seguito del contatto con l'acqua convogliata nelle tubazioni, di alterazioni sensibili nella loro struttura tali da determinare, anche a lunga scadenza (vita della condotte), una riduzione nella sicurezza di tenuta del giunto;
- marcatura con identificazione del fabbricante, DN ed anno di fabbricazione, tutte apposte per fusione.

La pressione nominale PN è definita dalla norma UNI EN 545 come "designazione alfanumerica impiegata a scopo di riferimento e correlata ad una combinazione di caratteristiche meccaniche e dimensioni di un componente di un sistema di tubazioni che comprende le lettere PN seguite da un numero adimensionale "; in funzione dei diametri, i valori di PN selezionabili sono:

PN 10; PN 16; PN 25; PN 40.

Nella stessa norma sono anche definiti i seguenti tipi di pressione, di cui è necessario tener conto in fase di progettazione:

- *Pressione di funzionamento ammissibile (PFA)*: massima pressione idrostatica che un componente può sopportare in servizio continuo;
- *Pressione di funzionamento massima ammissibile (PMA)*: massima pressione occasionale, sovrappressione inclusa, che un componente può sopportare in esercizio;

- *Pressione di prova ammissibile (PEA)*: massima pressione idrostatica che un componente appena installato può sopportare per un periodo di tempo relativamente breve allo scopo di accertare l'integrità e la tenuta della tubazione.

Il collaudo in fabbrica deve essere effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545, paragrafo 6.5.2, prospetto 15.

1.4 Caratteristiche generali dei pezzi speciali e dei raccordi in ghisa sferoidale

I pezzi speciali ed i raccordi in ghisa sferoidale devono essere prodotti in stabilimento certificato a norma ISO 9001 e conformi alla Norma UNI EN 545:2010 con il procedimento del colaggio del metallo entro forma di sabbia.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei pezzi speciali e dei raccordi deve avere le seguenti caratteristiche:

resistenza a trazione minima:	420 MPa
allungamento minimo a rottura (DN40 –DN1000):	5%
durezza Brinell:	<= 250 HBW

I raccordi hanno le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di controflangia e bulloni ed anelli in gomma con guarnizione di tipo meccanica conformi alla Norma EN 681-1:2006 ed alla Norma UNI vigente oppure a flangia, con forature a norma EN 1092-2:1999.

Il rivestimento esterno e interno dei raccordi sarà costituito da uno strato di vernice sintetica di tipo epossidico applicata per cataforesi e/o per immersione.

In caso di terreni aggressivi, secondo quanto riportato nella norma EN 545, dovranno essere protetti con manicotti in polietilene a bassa densità non aderenti conformi alle norme ISO 8180:2007 e EN 545:2010.

Le guarnizioni di gomma da impiegarsi dovranno presentare all'esterno un apposito rilievo, per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere.

Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati.

Non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro, a condizione, però, che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto.

Il collaudo in fabbrica deve essere effettuato secondo quanto prescritto dalla Norma EN 545.

1.5 Rivestimento esterno ed interno

Le tubazioni devono essere rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione secondo la norma UNI EN 545:2010. Il cemento deve essere uno di quelli indicati nella norma UNI EN 197-1:2011, oppure ad alto contenuto di allumina (cemento "alluminoso") e deve costituire uno strato denso ed omogeneo ricoprente l'intera superficie interna del tubo.

La resistenza a compressione di detto rivestimento dopo 28 giorni di maturazione deve essere non minore di 50 Mpa.

Gli spessori dei rivestimenti interni e le relative tolleranze sono i seguenti:

- DN 40 ÷ 300: 4,0 mm (tolleranza: - 1,5 %);
- DN 350 ÷ 600: 5,0 mm (tolleranza: - 2,0 %);

Il rivestimento esterno delle tubazioni è composto da uno strato di zinco, secondo quanto stabilito dalla UNI EN 545:2010, con strato di finitura di un prodotto bituminoso o, in alternativa, da uno strato di zinco-alluminio (85 % in massa di Zn e 15 % in massa di Al).

Il rivestimento di zinco metallico, o zinco-alluminio, deve fornire uno strato denso, continuo ed uniforme, nonché essere esente da difetti quali zone di assenza di rivestimento o di scarsa aderenza.

Lo strato di finitura applicato deve ricoprire interamente lo strato di zinco o zinco-alluminio, ed essere esente da difetti quali zone di assenza di rivestimento o di scarsa aderenza. Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere inferiore a 70 µm e lo spessore minimo locale non minore di 50 µm.

Per quanto concerne i raccordi il rivestimento esterno e interno dei raccordi sarà costituito da uno strato di vernice sintetica di tipo epossidico applicata per cataforesi e/o per immersione.

In caso di terreni aggressivi, secondo quanto riportato nella norma EN 545, le tubazioni, aventi rivestimento esterno di solo zinco, ed i pezzi speciali dovranno essere protetti con manicotti in polietilene a bassa densità non aderenti conformi alle norme ISO 8180:2007 e EN 545:2010. Suddetti manicotti saranno rinalzati per piegatura successiva intorno alle condotte nel corso della posa in opera e fissati alla condotta con nastro adesivo e filo metallico plastificato.

Il manicotto in polietilene dovrà essere impiegato sia per il rivestimento in zinco e vernice sintetica che in zinco-alluminio e vernice epossidica in caso di interazioni elettriche vicinali alla condotta quali ad esempio parallelismi con ferrovie, sottostazioni e cabine elettriche e/o comunque in presenza di interazioni elettriche limitrofe alle condotte in ghisa sferoidale.

In caso di terreni fortemente aggressivi si farà riferimento a quanto indicato nella norma EN 545 per l'identificazione degli intervalli di utilizzo dei rivestimenti delle condotte in ghisa sferoidale.

1.6 Giunzioni

1.6.1 Generalità

I tubi ed i raccordi di tubi in ghisa sferoidale devono essere uniti tra loro mediante giunti di tipo meccanico o automatico.

I tipi di giunti generalmente impiegati sono:

- giunto elastico automatico, secondo la norma UNI 9163;
- giunto elastico a serraggio meccanico, secondo le norme UNI vigenti;
- giunto a flangia, secondo le norme UNI EN 1092-2:1999 e UNI EN 545:2010.

1.6.2 Giunti a bicchiere per giunzione in gomma

I giunti a bicchiere per giunzione in gomma, debbono consentire deviazioni angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.

I giunti a bicchiere per giunzioni in gomma, saranno del tipo elastico automatico Standard-Rapido con guarnizione conforme alla norma EN 681-1:2006 e alla norma UNI 9163:2010 per i tubi di DN compreso tra 60 e 2000 mm inclusi e con guarnizione di tipo elastico meccanico Express conforme alla norma EN 681-1:2006 ed alle altre norme UNI vigenti per i raccordi di DN compreso tra 60 e 1200 mm incluso.

a) La giunzione Standard o Rapido è ottenuta per compressione di una guarnizione di gomma a profilo divergente con forma tronco conica nella parte più interna del bicchiere affacciata al fluido inserita nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere stesso, la tenuta sarà quindi assicurata attraverso la reazione elastica dell'elastomero e la compressione esercitata dal fluido nel profilo divergente della guarnizione.

Le guarnizioni in elastomero di tipo Standard-Rapido dovranno essere marcate in accordo alla norma EN 681-1:2006.

Dopo aver pulito accuratamente l'interno del bicchiere e la sede della guarnizione e cosperso di pasta lubrificante la parte della guarnizione affacciata all'effluente si cosparge poi di pasta lubrificante la estremità del tubo da infilare; introducendola nel bicchiere impiegando, ove occorra, appositi attrezzi per imprimere al tubo lo spostamento longitudinale necessario all'imbocco.

Pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede della guarnizione all'interno del bicchiere nonché l'estremità liscia del tubo da accoppiare e la guarnizione.

Dopo aver verificato la presenza del cianfrino ed il suo buon stato (soprattutto se ripristinato come deve essere fatto a seguito di un taglio) introdurre la guarnizione nella sede facendole prendere approssimativamente la forma di un cuore per facilitarne l'introduzione; esercitare quindi una forza radiale sulla guarnizione spingendo all'interno il cuore (o la croce) per sistemarla nella sua sede. Dopo avere verificato il corretto alloggiamento della guarnizione, se sull'estremità liscia del tubo non vi sono riportate

marcature (o successivamente ad un taglio del tubo stesso) tracciare sulla canna del tubo da posare un riferimento a una distanza dall'orlo dell'estremità liscia uguale alla profondità di giunzione P diminuita di 10 mm, spalmare di pasta lubrificante la superficie visibile della guarnizione e l'estremità liscia del tubo. Spingere l'estremità liscia nel bicchiere verificandone l'allineamento. Spingere l'estremità liscia nel bicchiere finché il riferimento arriva all'altezza del fronte del bicchiere. Verificare con uno spessimetro che la guarnizione abbia assunto una posizione corretta.

L'operatore dovrà pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede della guarnizione e cospargere poi di pasta lubrificante la parte della guarnizione affacciata all'effluente e l'estremità del tubo da infilare.

b) Nella giunzione di tipo "Express" la tenuta di tipo meccanico sarà assicurata attraverso la compressione a mezzo di controflangia e bulloni, di una guarnizione in gomma posta nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere: la zona filettata dei bulloni in ghisa dovrà sempre risultare protetta dalla controflangia per evitare il contatto diretto dei bulloni con il terreno di posa.

L'operatore dovrà:

- pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede della guarnizione e cospargere poi di pasta lubrificante la parte della guarnizione affacciata all'effluente e l'estremità del tubo da infilare; fare scorrere quindi nell'estremità liscia di quest'ultimo prima la controflangia e poi la guarnizione, introdurre poi l'estremità liscia a fondo nel bicchiere, verificando l'allineamento dei tubi da accoppiare, poi ritrarla di circa 1 cm, far scorrere la guarnizione sulla canna, bloccarla nel suo alloggiamento e portare la controflangia a contatto della guarnizione;
- posizionare i bulloni e avvitare a mano i dadi fino al contatto della controflangia;
- verificare di nuovo la posizione della controflangia poi serrare i dadi con la chiave dinamometrica utilizzando le seguenti coppie di serraggio: bulloni da 22 = 12 m daN
– bulloni da 27 = 30 m.daN

1.6.3 Giunti a flangia

Per i raccordi le flange possono essere ricavate per fusione o unitamente al pezzo o separatamente da esso e successivamente avviate sul tubo stesso.

Per tubi flangiati valgono le prescrizioni della norma EN 545:2010 con le flange forate secondo la norma EN 1092-2:1999 per le PN corrispondenti prescelte (normalmente per PN massimo pari a 40 bar per DN \leq 300 mm e PN massimo pari a 25 bar per DN > 300 mm).

Le dimensioni di accoppiamento delle flange (diametro e numero dei fori, diametro del contro-fori, posizione dei fori) saranno di norma conformi alle norme EN, salvo diversa specificazione.

Gli spessori normali delle flange restano definiti, in funzione lineare del diametro nominale e delle PN secondo quanto indicato nelle norme EN 545 e EN 1092-2.

1.6.4 Giunto a flangia mobile

Questo giunto, indicato nei disegni di opere d'arte tipo, è adoperato normalmente per il collegamento dei pezzi speciali e delle apparecchiature a flangia alle tubazioni nelle camere di manovra, nelle opere d'arte principali e nei pozzetti lungo le condotte.

Il giunto consiste nell'unione, mediante bulloni a vite e interposta guarnizione di gomma, di due flange di cui una fissa - posta all'estremità dei pezzi speciali o apparecchi da collegare - e l'altra mobile, costituita da una flangia collarino - che abbraccia la parte estrema della testata liscia della tubazione da collegare; la lunghezza del collarino consente il necessario gioco tra la flangia fissa e la parte liscia della tubazione da collegare.

I raccordi sono prodotti in stabilimento certificato a norma EN ISO 9001 e conformi alle norme EN 545.

I raccordi hanno le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia, con forature a norma EN 1092-2.

Per i raccordi valgono le prescrizioni della norma EN 545 e per i raccordi provvisti di flange, queste saranno forate secondo la norma EN 1092-2 per le PN corrispondenti

prescelte (normalmente per PN massimo pari a 40 bar per DN \leq 300 mm e PN massimo pari a 25 bar per DN $>$ 300 mm).

1.6.5 Giunzioni antisfilamento

Potranno essere impiegate per tubazioni e raccordi nel rispetto del meccanismo della tenuta antisfilamento del sistema costituito sia dal raccordo con giunto antisfilamento che dai tubi ad esso adiacenti sempre con giunto antisfilamento per una tratta di lunghezza minima variabile in funzione dei parametri di progetto tra cui si ricordano la pressione di calcolo, le pendenze, i coefficienti di attrito tubo-suolo ecc.

Potranno essere utilizzate giunzioni automatiche o meccaniche con o senza cordone di saldatura ed accessori di completamento ma sempre nel rispetto dei criteri di dimensionamento della perfetta tenuta nelle condizioni prescelte per l'ottenimento del contrasto.

Le guarnizioni saranno conformi alle prescrizioni della Circolare N°102 del Ministero della Sanità del 2/12/78.

Diametri inferiori a 600 mm (PN25)

Nel caso di diametri non superiori a 600 mm si dovrà prevedere la posa di giunto che necessita di tubi dotati di un bicchiere a doppia camera, di un cordone di saldatura sull'estremità liscia, e si avvale dei seguenti elementi:

- guarnizione di tenuta idraulica in elastomero, che assicura la funzione di tenuta;
- guarnizione antisfilamento, o anello di fissaggio, in:
 - o policarbonato per PFA $<$ 16 bar
 - o ghisa sferoidale per PFA $>$ 16 bar (con inserti in elastomero per DN $<$ 250, interamente in ghisa sferoidale e rinforzata per DN \geq 250)

che assicura il trasferimento degli sforzi assiali attraverso il proprio fissaggio tra il cordone di saldatura sull'estremità liscia del tubo e la camera più esterna del bicchiere. Questa guarnizione presenta un taglio che agevola l'inserimento nella propria sede.

L'assemblaggio del giunto richiede l'utilizzo di tubi con bicchiere a doppia camera, il posizionamento di una guarnizione antisfilamento a contatto con un cordone di saldatura e l'introduzione forzata dell'estremo liscio dentro al bicchiere.

Prima della giunzione è necessario provvedere a:

- pulire accuratamente l'interno del bicchiere e l'estremità liscia del tubo. Pulire particolarmente la sede della guarnizione all'interno del bicchiere (eliminare ogni traccia di terra, sabbia,.).
- pulire anche l'estremità liscia del tubo da accoppiare e la guarnizione.
- verificare la presenza del cianfrino e lo stato dell'estremità liscia del tubo. In caso di taglio, ripristinare assolutamente il cianfrino ed il cordone di saldatura

Per quanto concerne la sistemazione della guarnizione di tenuta è necessario:

- lubrificare la sede della guarnizione di tenuta;
- inserire la guarnizione di tenuta nella sua sede all'interno del bicchiere (camera più interna) disponendola a forma di cuore o di croce con il labbro rivolto verso il fondo del bicchiere e lo scalino verso l'esterno del bicchiere nell'apposito risalto.
- esercitare una forza radiale sulla guarnizione, spingendo all'interno del cuore (o all'interno della croce) per sistemarla nella sua sede.
- accertarsi che la guarnizione sia correttamente alloggiata su tutta la sua circonferenza.

Per quanto concerne la sistemazione della guarnizione antisfilamento è necessario infilare la guarnizione antisfilamento nella propria sede all'interno del bicchiere (camera più esterna) adottando uno dei seguenti metodi a seconda del tipo di guarnizione:

- per guarnizioni in policarbonato, spingere le due estremità una sull'altra fino a farle sovrapporre per poi rilasciarle una volta in sede;
- per guarnizioni in ghisa sferoidale con inserti in elastomero, deformare la guarnizione stessa per poi rilasciarla una volta in sede;

- per guarnizioni interamente in ghisa sferoidale, utilizzare l'apposita leva di bloccaggio infilandone i due denti nei fori presenti sulle due estremità della guarnizione: ruotare la leva in senso orario per portare le due estremità a sovrapporsi riducendone il diametro esterno e, una volta in sede, rilasciare la guarnizione ruotando la leva in senso antiorario.

1.6.6 Prove

I giunti devono essere sottoposti a vari tipi di prova nelle condizioni di funzionamento più sfavorevoli; in particolare:

- giunto con gioco anulare massimo, allineato, spostato assialmente fino al valore ammissibile di gioco indicato dal fabbricante;
- giunto con gioco anulare massimo con deviazione angolare fino al valore ammissibile indicato dal fabbricante.

I giunti non devono mostrare perdite visibili quando sono sottoposti alle seguenti prove di tipo:

- pressione idrostatica interna positiva;
- pressione interna negativa;
- pressione idrostatica esterna positiva;
- pressione idraulica interna ciclica

secondo le modalità contenute nella norma UNI EN 545:2010.

I parametri di prova assunti per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dei giunti sono prioritariamente:

- il gioco anulare tra la superficie di tenuta del bicchiere e dell'estremità liscia;
- lo spessore di parete del tubo;
- lo sforzo di taglio.

Le prove devono essere eseguite con le modalità previste alla citata norma UNI EN 545:2010.

1.7 Guarnizioni elastomeriche

Le guarnizioni in elastomero, da impiegarsi nei vari tipi di giunti indicati precedentemente, dovranno essere ad anello con sezione trasversale, conformi alle norme UNI vigenti per giunzioni di tipo elastico automatico o a serraggio meccanico.

In caso di utilizzo di giunzioni antisfilamento, la forma, le dimensioni e le caratteristiche meccaniche e qualitative delle guarnizioni di gomma con le relative tolleranze, saranno fissate dalla ditta fornitrice che dovrà altresì indicare e garantire sia la tenuta idraulica stagna che del sistema antisfilamento.

Per questo motivo saranno ammesse giunzioni in cui le tenute suddette possano essere realizzate a mezzo di una sola guarnizione con opportuni inserti annegati nella matrice elastomerica che sistemi a doppia camera con guarnizione interna di tenuta alla pressione idraulica e sistema antisfilamento esterno.

Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati, secondo la norma EN 681-1:2006 e per le guarnizioni di tipo standard o Rapido, la matrice elastomerica sarà di tipo omogeneo di durezza univoca.

Non saranno ammessi elastomeri con durezze non univoche che potrebbero suscitare disuniformi tensioni nel corso nel tempo, né saranno ammesse saldature negli elastomeri, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro, a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto.

Per le guarnizioni che prevedono il serraggio dei bulloni su dia una controflangia, ovvero per il giunto di tipo elastico-meccanico, potranno essere invece previsti elastomeri con durezza non univoca, in virtù della diverso meccanismo di tenuta effettuato attraverso uno sforzo di serraggio della guarnizione attraverso la bulloneria e la controflangia.

Le guarnizioni in EPDM, saranno in accordo alla Circolare del Ministero della Sanità N°102 del 2/12/78.

1.8 Marcature di tubi e raccordi

Tutti i tubi ed i pezzi speciali dovranno essere marcati in modo leggibile e durevole secondo quanto prescritto dalla norma EN 545:2010 ed in generale devono riportare almeno i seguenti dati:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- la designazione della ghisa sferoidale;
- il diametro nominale;
- la classe (K o C40);
- per le flange, la classificazione secondo la PN;
- i dati identificativi dell'elemento (lotto, serie, modello o tipo);
- il riferimento alla norma UNI EN 545;
- il marchio di conformità rilasciato da un Organismo di parte terza.

I primi sei dati di marcatura sopra elencati devono essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto, oppure stampati a freddo; gli altri dati di marcatura possono essere applicati anche con verniciatura sul getto oppure fissati all'imballaggio.

1.9 Movimentazione dei materiali

1.9.1 Trasporto

Nel trasporto occorre supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

I veicoli debbono essere adatti al trasporto e alle operazioni di carico e scarico dei tubi e dei raccordi in ghisa sferoidale. E' consigliabile rispettare le seguenti regole basilari:

- impedire ogni contatto tra gli elementi di condotta e superfici metalliche (per evitare di danneggiare i rivestimenti);
- impedire ogni contatto diretto dei tubi con il fondo del rimorchio (ricerca dell'orizzontalità dei tubi con la sistemazione di due file parallele di assi di legno di buona qualità fissate al fondo stesso);
- facilitare le operazioni di carico e scarico dei tubi in buone condizioni di sicurezza (utilizzare cinghie tessili o ganci adatti, eliminare le braghe metalliche);
- garantire la sicurezza del carico durante il trasporto;
- utilizzare veicoli o rimorchi che presentino una attrezzatura laterale obbligatoria per rendere stabile il carico (presenza di sponde sufficientemente dimensionate su ciascun lato del fondo);
- stivare il carico mediante cinghie tessili e sistemi di tenditori a leva.

1.9.2 Carico e scarico

Durante queste fasi di movimentazione è necessario:

- utilizzare apparecchiature di sollevamento di potenza sufficiente;
- accompagnare il carico alla partenza e all'arrivo;
- evitare le oscillazioni, i colpi o lo sfregamento dei tubi contro le pareti, il suolo e le fiancate dell'automezzo.

Queste precauzioni sono ancora più importanti quando i tubi sono di grande diametro o hanno dei rivestimenti speciali.

L'*Impresa* è pienamente responsabile per la custodia delle tubazioni e dei raccordi, per ammanchi o deterioramenti del materiale per l'esecuzione dei lavori, causati per furto e incendio o da cattiva conservazione o accatastamento. Sono pure a carico dell'*Impresa* il reperimento dei siti dove stoccare il predetto materiale.

L'asportazione dei tubi dalle cataste deve essere effettuata partendo dagli strati più alti in modo che sia sempre assicurata la stabilità della catasta stessa.

I tubi durante la fase di movimentazione devono essere sempre appoggiati sul terreno o sui mezzi di trasporto e mai fatti cadere.

In nessun caso è ammesso l'uso di corde, funi o catene agganciate o legate attorno al rivestimento isolante.

Di norma devono essere usate gru fornite di brache con ganci protetti per evitare danni allo smusso dei tubi da agganciare alle estremità.

I pacchi di tubi con diametri da 60 a 300 mm devono essere sollevati uno alla volta; il sollevamento si effettua mediante cinghie tessili e non mediante ganci o ventose.

Possono essere, inoltre, sollevati dalla canna, mediante l'utilizzazione di cinghie piatte e larghe mantenute strette attorno al tubo da un a fibbia, al fine di impedirne il possibile scorrimento.

In quest'ultimo caso, non si devono utilizzare cinghie metalliche che rischiano di danneggiare i rivestimenti.

Salvo prescrizioni contrarie, i tubi devono essere disposti lungo lo scavo dalla parte opposta al materiale di risulta, con i bicchieri rivolti nella direzione del montaggio.

E' necessario evitare di:

- trascinare i tubi per terra, in quanto potrebbero danneggiarsi i rivestimenti esterni;
- posare i tubi su grosse pietre; lasciare cadere i tubi a terra senza interporre pneumatici o sabbia;
- sfilare i tubi in luoghi a rischio, come quelli molto trafficati o quelli in cui si debba usare l'esplosivo.

La *Committente* pretende la sostituzione dei tubi che per motivi di scarsa cura nella movimentazione od accatastamento dovessero risultare deteriorati.

1.9.3 Accatastamento e immagazzinamento

1.9.3.1 Tubi, raccordi ed accessori

L'area di immagazzinamento deve essere piana.

Devono essere evitati i terreni paludosi, i terreni instabili e i terreni corrosivi.

Al loro arrivo sul luogo di immagazzinamento le forniture devono essere controllate e riparate in caso di danni.

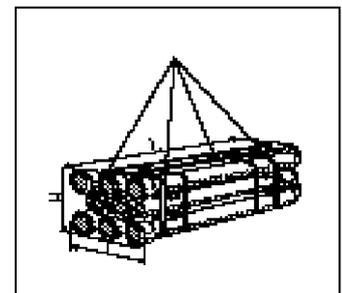
I pacchi possono essere immagazzinati in cataste, omogenee e stabili, utilizzando intercalari in legno (tavole e cunei) sufficientemente resistenti e di buona qualità, aventi le dimensioni di 80x80x2600 mm con tre o quattro pacchi per fila e non oltrepassando l'altezza di 2,50 m.

Sollevamento dei pacchi di DN da 60 a 300

Sollevare i pacchi uno alla volta con cinghie tessili.

In nessun caso i pacchi devono essere movimentati con ganci o ventose. La moietta di impacchettamento non è adatta a reggere il carico.

E' necessario verificare periodicamente lo stato dei carichi e, in particolare, lo stato e la tensione della moietta, nonché la stabilità generale delle cataste.



I tubi possono essere anche immagazzinati a catasta continua, mediante l'uso di ganci per il sollevamento dei tubi alle estremità. Una serie di ganci sostenuti dallo stesso cavo permette il sollevamento simultaneo di più tubi.

Sollevamento dalla canna

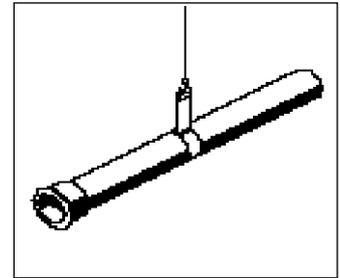
Utilizzare delle cinghie piatte e larghe, mantenute strette attorno al tubo da una fibbia per impedirne il possibile scorrimento.

Non utilizzare cinghie metalliche che rischiano di danneggiare i rivestimenti.

E' possibile utilizzare in cantiere una sola cinghia, che andrà a stringere il tubo in corrispondenza della sua metà.

Gli stessi criteri valgono per raccordi ed accessori.

E' sempre auspicabile ridurre al minimo la durata del tempo di immagazzinamento.



1.9.3.2 Sfilamento

Salvo prescrizioni contrarie, i tubi devono essere disposti lungo lo scavo dalla parte opposta al materiale di risulta, con i bicchieri rivolti nella direzione del montaggio.

Evitare di:

- trascinare i tubi per terra, in quanto si potrebbe danneggiare il rivestimento esterno,
- lasciare cadere i tubi a terra senza interporre pneumatici o sabbia,
- sfilare i tubi in luoghi a rischio, per esempio passaggio frequente di mezzi, utilizzo di esplosivo (rischio di proiezione di pietre),
- posare i tubi su grosse pietre

1.9.3.3 Guarnizioni

La temperatura di immagazzinamento deve essere inferiore a 25°C.

Le guarnizioni non devono essere deformate a bassa temperatura.

Prima di utilizzarle la loro temperatura deve essere riportata a circa 20°C per qualche ora (immergendole, ad esempio, in acqua tiepida), affinché esse riacquistino la loro morbidezza originale.

Occorre immagazzinare le guarnizioni in un ambiente di media umidità e al riparo dalla luce, sia solare che artificiale, vista la sensibilità degli elastomeri ai raggi ultravioletti all'azione dell'ozono.

E' consigliato di utilizzare le guarnizioni immagazzinate secondo la norma ISO 2230:2009 entro un termine di circa sei anni dalla data di fabbricazione.

1.9.3.4 Raccordi ed accessori

I raccordi e le controflange $DN \leq 300$ devono essere consegnate su palettes avvolti in pellicola di plastica, qualora la quantità ordinata corrisponda a una unità di imballaggio completa (o un multiplo).

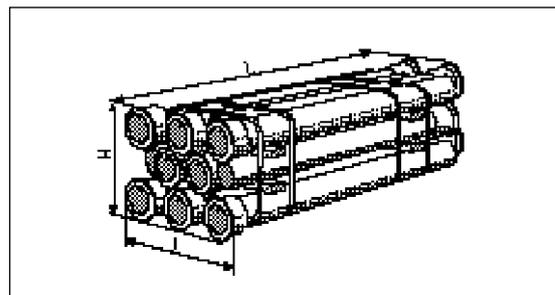
Se sono forniti sfusi si deve avere cura nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucciarli disordinatamente e si deve evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

I bulloni devono essere consegnati in casse o in sacchi secondo la quantità ordinata.

1.9.3.5 Imballaggio

TUBI $DN \leq 300$

I tubi di piccolo diametro sono impacchettati. I pacchi facilitano e accelerano le operazioni di movimentazione dei tubi.



DN	COSTITUZIONE	L	LARGHEZZA A	ALTEZZA H	MASSA MEDIA
	<i>n°strati x n° tubi</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>kg</i>
60	4 x 6	6,30	0,54	0,49	1 608
80	3 x 5	6,30	0,57	0,42	1 313
100	3 x 5	6,30	0,67	0,50	1 620
125	3 x 4	6,30	0,65	0,58	1 632
150	3 x 3	6,30	0,59	0,66	1 476
200	2 x 3	6,30	0,75	0,56	1 326
250	2 x 2	6,30	0,63	0,67	1 156
300	2 x 2	6,30	0,74	0,77	1 452

1.10 Modalità e procedure di posa in opera

1.10.1 Scavo

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata. La profondità minima di interrimento deve essere di 60 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Lo scavo deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

Al termine delle operazioni di scavo e dopo avere verificato l'esattezza della livelletta del piano di posa, l'*Impresa* deve procedere allo sfilamento lungo lo scavo o alla posa direttamente sul fondo dello scavo, previo verifica della pulizia della parte interna dei tubi; il tubo deve essere sistemato sul piano di posa rispettando rigorosamente le quote e le pendenze previste dal progetto.

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

Per l'operazione di posa, l'*Impresa* deve disporre di un numero di mezzi sufficienti affinché il tratto di condotta in corso di posa non abbia a subire una inflessione tale da indurre nel materiale del tubo, o nei rivestimenti, sollecitazioni oltre i limiti acconsentiti.

La posa deve avvenire in maniera tale che la condotta non urti e non strisci sul terreno o contro le pareti dello scavo e la tubazione resti adagiata nello scavo in modo da non risultare soggetta a sollecitazioni anomale.

Nella posa dei tubi di ghisa sferoidale in terreni a forte pendenza, il bicchiere deve essere rivolto verso l'alto, procedendo nel montaggio dal basso verso l'alto.

Il tubo deve essere ricoperto con lo stesso materiale utilizzato per la realizzazione del piano di posa (sabbia comune o terreno naturale vagliato, se quest'ultimo non arreca danni al rivestimento o al tubo stesso).

Alla fine di ogni periodo di lavoro, o tratto di posa, le estremità della linea in costruzione devono essere chiuse con un fondello metallico o con un tappo ad espansione tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione, fino alla ripresa del lavoro.

Tali elementi devono anche essere applicati tutte le volte che le estremità libere di una qualsiasi tubazione vengano lasciate incustodite.

I lavori di realizzazione di tubazioni per acqua potabile si intendono completati, e vengono pertanto contabilizzati, soltanto dopo il raggiungimento di esito favorevole delle risultanze delle analisi di potabilità, realizzate dai tecnici della *Committente* (sia che le operazioni di lavaggio siano realizzate dall'*Impresa* sia dalla *Committente* stessa).

1.10.2 Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del

tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di materiale incoerente e costipabile quale sabbia, ghiaietto, o misto, ben compattato, con particelle aventi diametro massimo di 20 mm.

Il letto di posa così costituito deve avere uno spessore di almeno 10 cm.

1.10.3 Posa in opera

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto.

Durante la posa delle condotte, l'*Impresa* deve porre particolare attenzione affinché non entrino nelle tubazioni animali, corpi estranei o acqua meteorica mista a fango, sabbia o ghiaia, ecc.. Pertanto, ad ogni sospensione del lavoro, devono essere posti in opera opportuni tappi di chiusura provvisoria che assicurino una tenuta pressoché ermetica. Per evitare che in occasione di eccezionali eventi meteorici la condotta vuota possa galleggiare, l'*Impresa* deve provvedere a caricare in modo opportuno la condotta stessa con materiali di riempimento o con altri mezzi.

Nel caso si verifichi l'imbrattamento, il riempimento o il galleggiamento della condotta, l'*Impresa* deve effettuare un'accurata pulizia o la risistemazione della condotta stessa a propria cura e spese.

I tubi devono essere calati nello scavo a regola d'arte, utilizzando specifici ganci di posa, ad esempio braghe protette o cinghie.

E' necessario utilizzare macchinari di movimentazione di adeguata potenza e dotati di valvole di sicurezza.

Durante la posa si deve operare in modo che la condotta non subisca danneggiamenti, ed il tubo risulti adeguatamente ricalzato con materiale sciolto, adeguatamente costipato, in modo da evitare anomale sollecitazioni o deformazioni.

La larghezza dello scavo deve essere sufficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione.

I materiali facenti parte delle condutture devono essere accuratamente controllati visivamente dall'*Impresa* prima del montaggio al fine di individuare eventuali difetti superficiali.

L'*Impresa* è responsabile di eventuali danneggiamenti derivanti dall'inosservanza delle presenti prescrizioni relative a carico, trasporto, scarico e sfilamento dei tubi e di tutte le ulteriori prescrizioni particolari che la *Committente* fornisce all'atto della consegna dei tubi stessi.

I tubi ed i pezzi speciali che presenteranno difetti di lieve entità verranno riparati in cantiere dall'*Impresa*, quelli invece che presenteranno difetti considerati tali da compromettere la buona esecuzione delle opere verranno scartati con l'approvazione della Direzione Lavori al quale verrà presentata segnalazione scritta.

Manicotti, curve, ecc..., vanno trattati pure con debite maniere e per nessun motivo devono essere fatti rotolare, in quanto si corre il rischio di causare danni.

I materiali da montare devono essere accuratamente puliti dall'*Impresa* immediatamente prima di essere utilizzati nella costruzione delle condotte. I tubi sono puliti internamente con scovoli atti a rimuovere ogni possibile materiale estraneo. L'estremità da giuntare (testate) devono ripulite al fine di eliminare ogni traccia di bitumi, vernici, ed altri eventuali elementi che possono disturbare o danneggiare le operazioni di giunzione. Le valvole ed i pezzi speciali devono essere accuratamente puliti sia esternamente che internamente limitatamente alle superfici esposte.

Dopo il montaggio le condotte devono essere pulite internamente al fine di eliminare ogni residuo di materiale estraneo che possa essere rimasto in seguito alle operazioni di posa. Su particolare richiesta della Direzione Lavori, la pulizia è eseguita mediante appositi

scovoli, costituiti da una struttura in poliuretano o materiale equivalente ed aventi dei riporti esterni in materiale abrasivo.

Gli scovoli per tratti corti possono essere mossi con opportuni cavi, mentre per tratti lunghi devono essere mossi con aria compressa o acqua pressurizzata.

1.10.4 Riempimento dello scavo

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di materiale arido di cava o sabbia, che giunga ad una altezza di almeno 20 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo, al fine di assicurarne le funzioni di protezione e mantenimento.

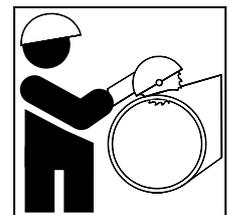
Il successivo rinterro viene effettuato mediante materiali di apporto compattati, nel caso di posa di condotte in sede stradale, oppure con terreno presente sul posto non compattato, nei casi di posa al di fuori di carreggiate.

1.10.5 Taglio delle condotte

Il rispetto del tracciato di una condotta implica generalmente l'utilizzo di raccordi e la realizzazione di tagli in cantiere. I tubi in ghisa sferoidale si tagliano senza difficoltà.

Apparecchiature da utilizzare in cantiere

Tranciatrice a mola-disco oppure molatrice angolare. E' anche possibile utilizzare un tagliatubi a rotelle.



Con un adattatore, la sega-fresatrice può effettuare il taglio e il cianfrino nello stesso tempo.

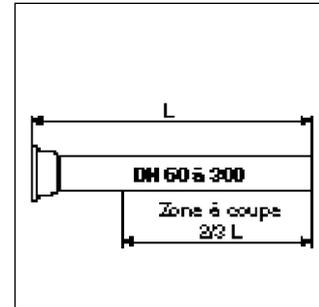
Procedura

Zona utilizzabile per i tagli

In conformità con la norma UNI EN 545, per garantire il taglio sono considerati due casi:

DN da 60 a 300:

Il taglio può essere effettuato sui 2/3 della lunghezza del tubo partendo dall'estremità liscia. Oltre questa lunghezza, verificare preventivamente con il calibro che il diametro esterno misurato sia inferiore a $DE + 1$ mm. (Per i valori di DE, vedere tabella).

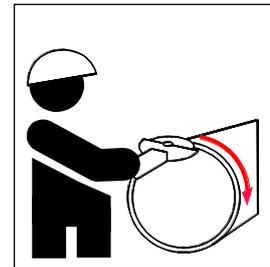


Nei casi dove si prevede un notevole numero di tagli in cantiere, è necessario evidenziare all'ordine un lotto di tubi chiamati 'calibrati'. Questi tubi calibrati sui 2/3 della loro lunghezza, partendo dall'estremità liscia, sono distinguibili da un anello di pittura grigia metallizzata situata sul fronte del bicchiere.

Taglio

Prima di realizzare il taglio, tracciare il piano di taglio perpendicolarmente all'asse del tubo, per esempio con un nastro.

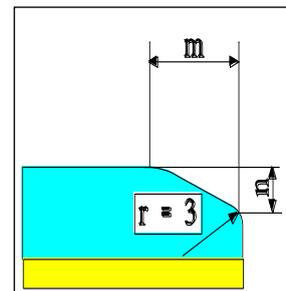
Realizzare il taglio con l'utensile adatto (vedere sotto).

**Sbavatura o cianfrino**

Dopo l'esecuzione del taglio e prima dell'accoppiamento :

Per i giunti meccanici è sufficiente togliere la sbavatura derivante dal taglio con una lima o con una mola.

Per i giunti automatici togliere la sbavatura e ricreare il cianfrino per evitare ogni possibile taglio della guarnizione durante l'accoppiamento.



E' opportuno rispettare le seguenti dimensioni del cianfrino:

DN	m mm	n mm
60 - 600	9	3
700 - 1200	15	5
1400 - 1600	20	7
1800	23	8

Ripristino del rivestimento

Ripristinare il rivestimento sulla parte di tubo danneggiata dall'operazione di taglio.

Realizzazione del cordolo di saldatura e del rivestimento esterno

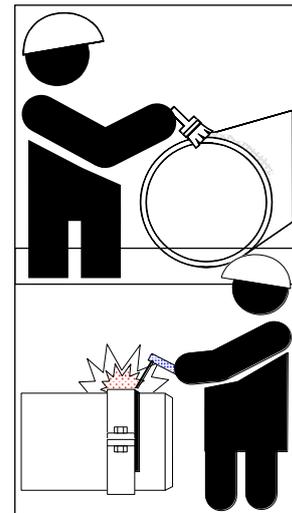
Solo per giunti antisfilamento.

1.11 Esecuzione delle giunzioni

1.11.1 Montaggio dei tubi con giunto elastico automatico

Per realizzare tale tipo di giunzione occorre:

- pulire il bicchiere e la punta con una spazzola d'acciaio e un pennello, eliminando ogni traccia di materiale estraneo;
- lubrificare l'estremità liscia del tubo da imboccare, con la pasta lubrificante a corredo dei tubi, nella quantità necessaria a formare un sottile velo lubrificante, evitando accumuli.
- non usare mai altri lubrificanti quali grassi, oli minerali, ecc.; se non si dispone della pasta, può essere eventualmente adoperata solo la vaselina industriale;
- introdurre la guarnizione nella sua sede con le labbra rivolte verso l'interno del tubo.
- verificare che l'intradosso della guarnizione non presenti rigonfiamenti. Appositi utensili facilitano le operazioni di introduzione della guarnizione;



- lubrificare la superficie interna conica della guarnizione con gli stessi criteri di cui al punto 2. La sede della guarnizione nel bicchiere non deve essere lubrificata, tranne che per i tubi di piccolo diametro;
- tracciare sull'esterno del tubo una linea di fede distante dal bordo di una lunghezza pari alla profondità del bicchiere diminuita di circa 10 mm;
- imboccare la punta del tubo e verificare il centraggio, adoperando un righello metallico calibrato nello spazio tra l'interno del bicchiere e la punta del tubo, fino a toccare la guarnizione;
- mettere in tiro il tubo da imboccare mediante gli appositi apparecchi di trazione (leve, tirfort) o macchine operatrici; introdurre il tubo fino a far coincidere la linea di fede con il piano frontale del bicchiere.
- Se si verificano forti resistenze alla penetrazione occorre interrompere la manovra e controllare l'assetto della guarnizione oppure migliorare la smussatura della punta del tubo.

Nota - Si deve eseguire interamente la suddetta procedura anche nel caso in cui uno dei due elementi da congiungere è un imbocco (pezzo speciale) e l'altro è un tubo.

1.11.2 Esecuzione di una giunzione a serraggio meccanico

Per realizzare tale tipo di giunzione occorre:

- pulire il bicchiere e la punta con una spazzola d'acciaio o un pennello, eliminando ogni traccia di materiale estraneo;
- infilare la controflangia sulla punta da imboccare;
- infilare la guarnizione sulla punta con lo smusso opposto alla controflangia;
- imboccare la punta nel bicchiere, verificandone il centraggio;
- tracciare sull'esterno del tubo una linea di fede distante dal bordo di una lunghezza pari alla profondità del bicchiere diminuita di circa 10 mm;

- verificare che la linea di fede preventivamente tracciata coincida con il piano frontale del bicchiere; assicurare che da questa operazione in avanti la punta imboccata non subisca spostamenti;
- far scorrere la guarnizione sulla punta, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere e avendo cura che sia ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti o fuoriuscite;
- spostare la controflangia sulla punta, fino a farla combaciare con la guarnizione su tutta la circonferenza;
- sistemare i bulloni e avvitarli a mano, fin quando possibile; assestare la controflangia e, quindi, procedere al serraggio dei dadi per passate successive e per coppie diametralmente opposte, con chiavi da 30 o da 34, a seconda che i bulloni siano del diametro di 22 mm o del diametro di 27 mm; le coppie di serraggio devono essere rispettivamente di 12 kgm e di 30 kgm circa.

1.11.3 Precauzioni dopo il taglio di un tubo

Dopo il taglio di un tubo, se si deve eseguire una giunzione a serraggio meccanico con bulloni, è sufficiente eliminare le bave dal bordo tagliato.

Se, invece, dopo il taglio si deve eseguire una giunzione automatica, è necessario ripristinare la smussatura sull'estremità liscia tagliata, altrimenti l'introduzione forzata dell'estremità senza smusso potrebbe danneggiare seriamente la guarnizione, provocando perdite future. La smussatura può essere realizzata rapidamente con una mola a disco; successivamente, con una spazzola metallica montata su flessibile, occorre asportare la vernice e la scaglia su tutta la zona interessata alla giunzione.

1.11.4 Montaggio dei pezzi speciali con flange orientabili

Una flangia orientabile è costituita da due mezze flange aventi un idoneo profilo circolare interno che ne permette il corretto posizionamento sulla estremità del pezzo speciale opportunamente sagomata a forma di collare di ancoraggio.

Sulle parti terminali, le due mezze flange sono sagomate e dimensionate in modo da permettere l'accoppiamento ad incastro sulla coppia di fori diametralmente opposti.

Questa flangia può essere orientata a piacimento sul piano perpendicolare al proprio asse.

Sul corpo di uno stesso pezzo speciale possono essere applicate flange orientabili con diversi diametri di foratura.

La procedura consigliata per il montaggio è la seguente:

- si posiziona la mezza flangia inferiore, lasciando liberi dai bulloni i due fori di estremità. Per un corretto montaggio, la mezza flangia deve avere la scanalatura circolare interna rivolta verso la flangia a cui si deve accoppiare;
- si fissa con un bullone la mezza flangia superiore, aprendola poi verso l'interno;
- si posiziona l'estremità sagomata del pezzo speciale nella scanalatura circolare all'interno della mezza flangia inferiore;
- si richiude la mezza flangia superiore, fissandola con un bullone all'altro punto di articolazione. Per richiudere la mezza flangia superiore può essere necessario sollevare leggermente il pezzo speciale;
- si sistema la guarnizione sollevando leggermente il pezzo speciale; controllarne, quindi, il corretto posizionamento;
- si inseriscono gli altri bulloni della mezza flangia superiore;
- si effettua l'avvitamento definitivo di tutti i bulloni, per passate successive e per coppie diametralmente opposte.

1.11.5 Prove/Controlli/Collaudi

Le Prove/Controlli/Collaudi, che potranno effettuarsi presso le strutture a tal uopo destinate dall'Azienda costruttrice, o presso idoneo laboratorio di prova, e munito di attestato di accreditamento del SINAL, interesseranno un numero di unità di prodotto scelte a caso costituenti il campione (*numerosità del campione*) (cfr. norma UNI ISO 2859-

1/2007), noti che siano il numero di unità di prodotto costituenti il lotto (*numerosità del lotto*), e la lettera codice per la numerosità del campione (cfr. norma UNI ISO 2859-1/2007).

Qualora, a seguito delle Prove/Controlli/Collaudi, risulti:

- che il numero di unità non conformi trovato nel campione sia minore o uguale di *Na*, anch'esso indicato preliminarmente nella richiesta di offerta (cfr. Tab. seguente), il lotto deve essere accettato;
- che il numero di unità non conformi trovato nel campione sia maggiore o uguale di *Nr*, anch'esso indicato preliminarmente nella richiesta di offerta (cfr. Tab. 01 seguente, il lotto non deve essere accettato e l'Azienda fornitrice lo sostituirà con altro costituito da unità di prodotto perfettamente efficienti e rispondenti alle prescrizioni riportate nelle presenti specifiche tecniche, nel termine massimo di 7 (sette) giorni a partire dal ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità.

Le unità di prodotto preliminarmente scelte, tra quelle costituenti il lotto di fornitura, saranno sottoposte alle Prove/Controlli/Collaudi di seguito riportate, da effettuarsi secondo quanto indicato dalla norma UNI vigente:

prova di trazione	(cfr. 6.3	UNI EN 545/2010);
prova di durezza Brinell	(cfr. 6.4	UNI EN 545/2010);
prova di tenuta idraulica dei tubi	(cfr. 6.5	UNI EN 545/2010);
prova sul rivestimento di zinco	(cfr. 6.6	UNI EN 545/2010);
prova di resistenza a compressione del rivestimento di malta cementizia	(cfr. 7.1	UNI EN 545/2010);
prova di tenuta idraulica dei giunti elastici	(cfr. 7.2/7.3/7.4/7.5	UNI EN 545/2010).

Alla conclusione delle Prove/Controlli/Collaudi deve essere prodotto, dall'Azienda costruttrice o dal Laboratorio di prova accreditato, a seconda di dove si siano svolte, quanto segue:

- a) certificato di collaudo da cui risulti, per l'elemento generico (identificato come sopra descritto), l'esito dei controlli e delle prove effettuate, e che essi sono stati eseguiti, con le modalità sopra richiamate, con saggi prelevati sui materiali oggetto dell'ordinazione;
- b) certificato da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione, la descrizione delle caratteristiche tecniche e di quelle dimensionali.

1.11.6 Controllo del diametro interno, del diametro esterno e dello spessore

Per i valori nominali dei diametri interni dei tubi, espressi in millimetri, che coincidono con i numeri che indicano i rispettivi diametri nominali DN, sono prescritte solo le seguenti tolleranze negative:

DN [MM]	TOLLERANZA [MM]
DA 40 A 1000	- 10

Per i valori dello spessore nominale di tubi e raccordi sono prescritte le seguenti tolleranze:

TIPO DI GETTO	SPESSORE (E) (MM)	TOLLERANZA	
TUBI	CLASSE C40	$\leq 5,0$	- 1,3
		$> 5,0$	- (1,3 + 0,001 DN)
	CLASSE K	$\leq 6,0$	- 1,3
		$> 6,0$	- (1,3 + 0,001 DN)
RACCORDI		7,0	- 2,3
		$> 7,0$	- (2,3 + 0,001 DN)

I valori del diametro esterno dei tubi e degli spessori di parete, con le rispettive tolleranze, sono riportati nella tabella seguente:

DN	DE [MM]	TOLLERANZA SUL DE [MM]	CLASSE DI SPESSORE	SPESSORE MINIMO (E) [MM]	TOLLERANZA SU E [MM]
60	77	+1/-1,2	40	4,8	- 1,3
65	82	+1/-1,2	40	4,8	- 1,3
80	98	+1/-2,7	40	4,8	- 1,3
100	118	+1/-2,8	40	4,8	- 1,3
125	144	+1/-2,8	40	4,8	- 1,3
150	170	+1/-2,9	40	5,0	- 1,3
200	222	+1/-3,0	40	5,4	- 1,5
250	274	+1/-3,1	40	5,8	- 1,6
300	326	+1/-3,3	40	6,2	- 1,6
350	378	+1/-3,4	40	7,0	- 1,7
400	429	+1/-3,5	40	7,8	- 1,7
450	480	+1/-3,6	K9	8,6	- 1,8
500	532	+1/-3,8	K9	9,0	- 1,8
600	635	+1/-4,0	K9	9,9	- 1,9

700	738	+1/-4,3	K9	10,8	- 2,0
800	842	+1/-4,5	K9	11,7	- 2,1
900	945	+1/-4,8	K9	12,6	- 2,2
1000	1048	+1/-5,0	K9	13,5	- 2,3
1200	1255	+1/-5,8	K9	15,3	- 2,5
1400	1462	+1/-6,6	K9	17,1	- 2,7
1600	1668	+1/-7,4	K9	18,9	- 2,9
1800	1875	+1/-8,2	K9	20,7	- 3,1
2000	2082	+1/-9,0	K9	22,5	- 3,3

1.11.7 Lunghezze unificate

I tubi con bicchiere ed estremità liscia sono forniti nelle lunghezze unificate seguenti:

DN [mm]	Lunghezza unificata L_u [m]
da 60 a 600	6

Gli scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata L_u dei tubi devono essere pari a ± 150 mm, se $L_u = 8,15$; devono essere pari a ± 100 mm per tutte le altre lunghezze unificate.

Del numero totale dei tubi con bicchiere da fornire per ciascun diametro la percentuale di tubi più corti non deve essere maggiore del 10%.

1.11.8 Tolleranza di ovalità dell'estremità liscia

(cfr. punto 4.3.2.1 della UNI EN 545/2010):

- per DN 40 ÷ 200: è ammessa un'ovalità rientrante nei limiti di tolleranza del diametro esterno "DE";
- per DN 250 ÷ 600: è ammessa un'ovalità non maggiore dell' 1,0 %.

1.11.9 Rigidezza diametrale

La rigidezza diametrale S è la caratteristica che consente ad un tubo di resistere all'ovalizzazione sotto carico dopo l'installazione; si calcola mediante la seguente relazione:

$$S = 1000 \frac{E \cdot I}{D^3} = 1000 \cdot \frac{E}{12} \left(\frac{e}{D} \right)^3$$

dove:

S = rigidezza diametrale [kN/m²];

E = modulo di elasticità del materiale [17000 Mpa];

I = modulo di resistenza della parete del tubo per unità di lunghezza [mm³];

e = spessore di parete del tubo [mm];

D = diametro medio del tubo [mm];

DE = diametro esterno nominale del tubo [mm].

In fase di collaudo, conoscendo il carico applicato F applicato al tubo, in kN/m, e la deformazione in senso verticale Y, in metri, è possibile verificare il valore della rigidezza diametrale, applicando la seguente relazione:

$$S = 0,019 \frac{F}{Y}$$

Nella tabella di seguito riportata sono indicati, per tutti i diametri, i valori della rigidezza diametrale e dell'ovalizzazione ammissibile del tubo, tenendo presente che quest'ultima è calcolata nel seguente modo:

$$\text{ovalizzazione ammissibile} = 100 \frac{Y}{d_e}$$

dove:

Y = deformazione in senso verticale [m];

de = diametro esterno misurato [mm].

Dimensione nominale DN [mm]	Rigidezza diametrale minima S_{min} [kN/m²](Kg)	Ovalizzazione ammissibile Δ_{amm} (%)(Kg)
60	5500	0,65
65	4800	0,70
80	2700	0,85
100	1500	1,05
125	810	1,30
150	480	1,55
200	230	1,90

250	160	2,20
300	110	2,50
350	89	2,75
400	72	2,90
450	61	3,05
500	52	3,25
600	41	3,55
700	34	3,75
800	30	4,00
900	26	4,00
1000	24	4,00
1200	20	4,00
1400	18	4,00
1600	17	4,00
1800	16	4,00
2000	16	4,00

1.11.10 Accettazione dei prodotti

L'Azienda fornitrice che si aggiudica l'appalto deve possedere *certificazione di sistema qualità* conforme alla UNI EN ISO 9001:2015, avente come scopo l'attività oggetto dell'appalto o attività ad esse attinenti (comunque riferite al medesimo settore); in quest'ultimo caso, la Stazione Appaltante si riserva di valutare, a proprio insindacabile giudizio, l'effettiva attinenza tra lo scopo di certificazione e le attività oggetto dell'affidamento.

La certificazione UNI EN ISO 9001:2015 deve essere rilasciata da Ente accreditato SINCERT (o da altro Ente firmatario di accordi di mutuo riconoscimento con il SINCERT in ambito EA/IAF) e deve essere mantenuta per tutta la durata della fornitura.

Nel caso di commercializzazione del prodotto oggetto delle presenti specifiche tecniche non fabbricato direttamente dall'Azienda fornitrice, la Certificazione di cui sopra deve essere posseduta anche dall'Azienda costruttrice.

Il prodotto di cui alle presenti specifiche tecniche deve essere accompagnato da *Certificato di Prodotto*, rilasciato da Organismo in possesso di regolare accreditamento riconosciuto a livello nazionale/internazionale, o da *Dichiarazione di Conformità*, redatta dal fornitore, in modo che sia assicurata la conformità della fornitura, in ordine di priorità, alle prescrizioni di cui alle presenti specifiche tecniche e ai documenti normativi di seguito riportati:

Norma UNI EN 545/2010;

Norma UNI 9163/2010;

Norma UNI EN 681-1/2006.

Più precisamente:

il *Certificato di Prodotto* ha la forma di un documento e deve riportare le informazioni di seguito riportate:

- *il nome e l'indirizzo del fabbricante;*

- *l'identificazione del prodotto certificato*, (tramite l'indicazione del lotto, del numero di serie, del numero del modello o del tipo ai quali si riferisce la certificazione);
- *il riferimento ai documenti normativi interessati* (il soggetto che ha emesso la norma, il titolo, il numero e l'anno di pubblicazione);
- *la data di rilascio del certificato*;
- *la firma e la qualifica della persona autorizzata al suo rilascio*.

la *Dichiarazione di Conformità* ha la forma di un documento e deve essere strutturata secondo l'appendice "A" della norma ISO/IEC 17050-1/2010.

La fornitura dovrà, infine, obbligatoriamente essere corredata da un Certificato di Alimentarietà attestante la conformità delle unità di prodotto alle prescrizioni di cui alla Circolare del Ministero della Sanità 2 dicembre 1978 n. 102 o, in alternativa, al Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174, redatto da un'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.) o, in alternativa, da Laboratorio accreditato. L'Azienda fornitrice/costruttrice dovrà essere attrezzata in modo da poter effettuare le attività di collaudo di cui al punto 1.1.10. In caso contrario si potrà chiedere che le prove di collaudo siano eseguite presso laboratorio di prova munito di attestato di accreditamento del SINAL.

E' richiesto che lo/gli stabilimento/i di produzione del prodotto oggetto delle presenti specifiche sia/siano ubicato/i sul territorio dell'Unione Europea.

1.11.11 Non conformità

Nel caso di riscontro di non conformità rispetto a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche, e comunque per aspetti non riguardanti l'esito delle Prove/Controlli/Collaudo (*cfr.* punto n. 1.1.0), emetterà nei confronti dell'Azienda fornitrice apposita nota di non conformità.

L'Azienda fornitrice è tenuta a comunicare le modalità ed i tempi per la risoluzione della non conformità rilevata, che comunque dovrà essere risolta entro 14 (quattordici) giorni dal

ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità suindicata.

1.11.12 Verifiche ispettive (audit)

La Stazione appaltante si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di effettuare verifiche ispettive (audit) in conformità alla norma UNI EN ISO 19011/2012, secondo date e modalità che saranno preventivamente comunicate dalla Stazione appaltante stessa, presso lo stabilimento di produzione delle unità di prodotto oggetto della presente scheda, ovvero presso gli stabilimenti di produzione delle singole parti costituenti le unità di prodotto stesse.

La mancata autorizzazione a visitare lo/gli stabilimento/i di produzione e/o la mancata assistenza da parte dell'Azienda fornitrice/costruttrice nel corso delle Prove/Controlli/Collaudi nello/gli stabilimento/i di produzione stesso/i, comporterà il decadimento automatico dell'ordine fatto dalla Stazione appaltante.

1.11.13 Oneri dell'appaltatore

L'Azienda fornitrice avrà l'obbligo di recepire le prescrizioni riportate nel presente documento e sarà reperibile, per eventuali comunicazioni e/o emergenze, ai recapiti telefonici e presso la sede Legale indicati al momento della stipula del contratto.

L'Azienda fornitrice dovrà garantire per 10 (dieci) anni, a partire dalla consegna, le unità di prodotto costituenti il lotto di fornitura da eventuali difetti di costruzione.

1.12 Collaudo

Il collaudo in cantiere permette di verificare la tenuta e la stabilità della condotta prima di metterla in esercizio.

Il collaudo condiziona la consegna dei lavori. Esso permette di verificare la tenuta dei giunti.

Il collaudo dovrà essere effettuato nel più breve tempo possibile dopo la posa, e realizzato seguendo la regolamentazione in vigore.

In generale, il collaudo delle tubazioni in ghisa sferoidale e raccordi sarà eseguito secondo la procedura descritta di seguito.

1.12.1 Lunghezza delle condotte da esaminare

La valutazione della lunghezza delle condotte da collaudare dipende da condizioni locali, dalla disponibilità di acqua, dal numero di giunti ed accessori, dal dislivello tra i punti di estremità del tratto considerato.

Comunque, se non diversamente specificato, la lunghezza del tratto da esaminare non deve superare i 500 m.

1.12.2 Preparazione della prova

Tutti i punti singolari della condotta, come curve, pezzi a T, tappi di chiusura, ecc., devono essere saldamente ancorati prima della prova, per mezzo di blocchi di calcestruzzo o giunti antisfilamento, in modo da evitare spostamenti della condotta stessa.

Il dimensionamento dei dispositivi di ancoraggio dipende dalla pressione di prova.

Il sezionamento deve essere realizzato con flange cieche o altre apparecchiature.

Se le valvole vengono usate come sistemi di chiusura, la pressione della prova non deve superare la pressione di esercizio delle valvole, e la misura della perdita ammessa per le valvole deve essere presa in considerazione quando si stabilisce la perdita complessiva ammessa per la sezione provata.

Nei punti più alti della condotta si devono porre opportuni sfiati, per l'evacuazione dell'aria.

I giunti devono essere lasciati scoperti fin dopo la prova.

Deve essere riportato una quantità sufficiente di materiale su ogni tubo, per circa 2/3 della sua lunghezza, al fine di impedire qualsiasi movimento della condotta durante la prova.

1.12.3 Riempimento della condotta

Il riempimento, normalmente, deve essere effettuato dal punto più basso della sezione da esaminare, con velocità sufficientemente basse, in modo tale da permettere una completa uscita dell'aria dagli sfiati.

La portata durante il riempimento non deve superare il 10% della portata di esercizio.

Il riempimento della condotta esige che l'aria sia evacuata completamente.

Occorrerà:

- Verificare il funzionamento degli sfiati.
- Verificare che i rubinetti posti alla base di questi apparecchi siano aperti.
- Utilizzare i rubinetti di scarico per verificare l'arrivo progressivo dell'acqua.

1.12.4 Tempo di assorbimento

Le tubazioni rivestite internamente in malta di cemento richiedono, dopo il riempimento, un certo intervallo di tempo affinché avvenga l'assorbimento.

Generalmente, 24 ore sono più che sufficienti per permettere la saturazione del rivestimento interno.

1.12.5 Messa in pressione

Quando la pressione, nella sezione che si sta esaminando, si è stabilizzata al valore di esercizio, tutti i giunti esposti, i raccordi, ecc., devono essere ispezionati visivamente.

Qualsiasi difetto (giunti che perdono, supporti o ancoraggi insufficienti, ecc.) deve essere eliminato prima di proseguire la prova.

Se necessario, la sezione in esame deve essere prosciugata in modo da facilitare le eventuali riparazioni.

Allorché l'ispezione visiva risulti soddisfacente, la pressione può essere aumentata fino a raggiungere la pressione di prova.

La pressione di prova, nel punto più basso del tratto da esaminare, non deve essere inferiore a:

- la pressione di esercizio aumentata di 5 bar (con pressione di esercizio ≥ 10 bar);
- 1,5 volte la pressione di esercizio (con pressione di esercizio < 10 bar);
- la pressione massima, in condizioni di sovrappressione.

La pressione di prova non deve superare la pressione massima di prova indicata nella norma, in base alla quale i tubi, i raccordi e le flange sono stati costruiti, né la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

La pressione di prova minima nel punto più alto del tratto esaminato non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in tale punto.

Mediante idonee attrezzature (pompe di prova, misuratori di pressione) si mantiene costante la pressione di prova, con tolleranza ± 1 bar, per almeno un'ora.

Dopodiché, la pompa viene esclusa e non viene effettuata alcuna immissione di acqua per un tempo di prova di almeno 1 h per $DN \leq 600$.

La perdita d'acqua viene determinata misurando la quantità d'acqua reintegrata per ristabilire la pressione di prova oppure, ristabilita la pressione di prova, misurando la quantità d'acqua da far fuoriuscire per provocare una equivalente caduta di pressione.

Allo scopo, è utile impiegare registratori di pressione elettronici, sia per la loro buona sensibilità, che per la possibilità di produrre un documento cartaceo relativo alla prova.

Per l'intera durata della prova deve essere curata scrupolosamente l'eliminazione dell'aria in tutto il tratto di condotta in esame.

1.12.6 Valutazione della prova

Durante la prova non devono verificarsi fughe o trasudamenti e, salvo prescrizioni diverse, la perdita di acqua deve essere inferiore al valore ammissibile pari a:

$$V1 \leq 0,001 \times DN \times PP$$

dove:

V1 = volume di acqua reintegrata, espresso in litri/(chilometro x ora).

DN = diametro nominale, espresso in millimetri;

PP = pressione statica media di prova, espressa in bar;

Il valore di V1 ,da porre nella relazione matematica sopra riportata, è così calcolato:

$$V1 = VT / L \times T$$

dove:

VT = volume totale di acqua reintegrata nell'intera prova, espresso in litri;

L = lunghezza della condotta provata, in chilometri;

T = durata della prova, in ore, dopo la stabilizzazione della pressione e l'esclusione della pompa.

Se la perdita è superiore al valore ammissibile, il procedimento di prova sopra descritto deve essere ripetuto, dopo la localizzazione e la riparazione delle fughe.

2. TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO

2.1 Scopo di fornitura

Le presenti specifiche tecniche sono relative ai tubi di acciaio zincato per immersione a caldo senza saldatura, fabbricati con processo a caldo, con estremità "piane e filettate" , in modo che sia possibile l'accoppiamento a raccordi filettati tipo "manicotto", per condotte acquedottistiche in pressione.

2.2 Documentazione di riferimento

Il materiale di cui trattasi deve essere conforme ai seguenti documenti:

- Circolare del Ministero della Sanità 2 dicembre 1978 n. 102 o, in alternativa, in attesa della sua entrata in vigore prevista per il luglio 2007, il Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano”, pubblicato sulla G.U. 17 luglio 2004 n. 166;
- Norma UNI 10255/2007, per tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura;
- Norma UNI EN 10240/1999, per il rivestimento interno e/o esterno di tubi di acciaio mediante zincatura per immersione a caldo;
- Norma UNI EN 10226-1/2006, per filettature di tubi per accoppiamento con tenuta sul filetto (filettature esterne “coniche” ed interne “parallele”).

Le norme, decreti e circolari sopra elencati e di seguito richiamati fanno parte integrante della presente scheda e, per patto, non si allegano.

2.3 Caratteristiche della fornitura

2.3.1 Materiale

Le tubazioni devono essere di acciaio zincato prodotto senza saldatura, e possedere le caratteristiche meccaniche di cui all' art. 2.3.2 del presente disciplinare.

2.3.2 Caratteristiche meccaniche

L'acciaio utilizzato per le condotte deve essere di qualità e le sue caratteristiche chimiche e meccaniche devono essere quelle corrispondenti all'acciaio designato con grado S195T serie “media” (SM).

Le caratteristiche minime di resistenza meccanica:

Grado acciaio	Carico unitario rottura "Rm"	Carico unitario snervamento "Re"	Carico unitario minimo	Allungamento (longitudinale) minimo
S195T	320-520 MPa	195 MPa		20%

2.3.3 Composizione chimica

La composizione chimica dell'acciaio costituente i tubi deve presentare i seguenti valori massimi di concentrazione:

Grado acciaio	C[%]	Mn[%]	P[%]	S[%]
S195T	0.20	1.40	0.035	0.030

2.3.4 Diametri

Le dimensioni nominali unificate dei tubi ("DN") sono quelle riportate nella norma UNI 10255/2007, di cui di seguito si riporta uno stralcio.

DN [mm/"]	DN [mm/"]
10 - 3/8"	50 - 2"
15 - 1/2"	65 - 2 1/2"
20 - 3/4"	80 - 3"
25 - 1"	100 - 4"
32 - 1 1/4"	125 - 5"
40 - 1 1/2"	150 - 6"

2.3.5 Massa lineica

La massa lineica dei tubi di acciaio designato con grado S195T serie "media" (SM), zincati a caldo e filettati, deve presentare i seguenti valori espressi in Kg/m:

DN [mm/"]	Massa Lineica [Kg/m]	DN [mm/"]	Massa Lineica [Kg/m]
10 - 3/8"	0,839	50 - 2"	5,03
15 - 1/2"	1,21	65 - 2 1/2"	6,42
20 - 3/4"	1,56	80 - 3"	8,36
25 - 1"	2,41	100 - 4"	12,2
32 - 1 1/4"	3,1	125 - 5"	16,6
40 - 1 1/2"	3,56	150 - 6"	19,8

2.3.6 Spessori minimi

I valori dello spessore "s" non possono scendere al di sotto di quelli esposti per le serie "media" (SM) della norma UNI 10255/2007, riportati nella seguenti tabelle:

DN [mm/"]	s [mm]	DN [mm/"]	s [mm]
10 - 3/8"	2.03	50 - 2"	3.06
15 - 1/2"	2.06	65 - 2 1/2"	3.06
20 - 3/4"	2.06	80 - 3"	4.00
25 - 1"	3.02	100 - 4"	4.05
32 - 1 1/4"	3.02	125 - 5"	5.00

40 – 1 ½"	3.02	150 – 6"	5.00
-----------	------	----------	------

2.3.7 Lunghezze

I tubi devono essere forniti con lunghezza utile pari a 3,0 m o 6,0 m.

2.3.8 Giunti

Le estremità dei tubi devono presentarsi piane con filettatura esterna conica (norma UNI EN 10226-1/2006), e accoppiabili a raccordo tipo "manicotto" con filettatura interna parallela (norma UNI EN 10226-1/2006), in modo che sia consentito il serraggio meccanico.

2.3.9 Rivestimento (esterno ed interno)

I tubi vengono forniti mediante rivestimento protettivo interno ed esterno di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici, in conformità a quanto previsto dalla norma UNI EN 10240/1999.

Lo zinco usato è del tipo elettrolitico al 99,995 per cento di purezza.

Per quanto concerne il procedimento di zincatura e le prescrizioni generali occorre riferirsi, rispettivamente, a quanto riportato ai punti 6 e 7 della suindicata norma.

Il rivestimento si prescrive che sia di qualità "A.1". Conseguentemente le prescrizioni relative allo spessore ed alla composizione chimica risultano essere quelle di seguito riportate (cfr. Prospetto 1 UNI EN 10240/1999):

- composizione chimica (cfr. punto 8.2.1 lett. f) UNI EN 10240/1999);
- spessore locale minimo sulla superficie interna: 55 µm (cfr. Prospetto 1 UNI EN 10240/1999).

Per quanto riguarda lo spessore locale minimo sulla superficie esterna, si prescrive che esso debba assumere il valore di 40 µm.

Non è previsto alcun trattamento successivo alla zincatura.

2.3.10 Tolleranze

Le tolleranze da osservare sono riportate nella norma UNI 10255/2007:

tolleranza del diametro esterno:

DN [mm/"]	DE _{max} [mm]	DE _{min} [mm]	DN [mm/"]	DE _{max} [mm]	DE _{min} [mm]
10 - 3/8"	17.05	16.07	50 - 2"	60.08.00	59.07.00
15 - 1/2"	21.08	21.00	65 - 2 1/2"	76.06.00	75.03.00
20 - 3/4"	27.03.00	26.05.00	80 - 3"	89.05.00	88.00.00
25 - 1"	34.02.00	33.03.00	100 - 4"	115.00.00	113.01.00
32 - 1 1/4"	42.09.00	42.00.00	125 - 5"	140.08.00	138.05.00
40 - 1 1/2"	48.08.00	47.09.00	150 - 6"	166.05.00	163.09.00

tolleranza dello spessore:

12,5 %;

tolleranza della lunghezza:

± 500 mm;

tolleranza della massa lineica:

± 7,5 %;

2.3.11 Marcatura

I tubi devono essere marcati non oltre 300 mm da un'estremità in modo leggibile e durevole e devono riportare almeno i seguenti dati (cfr. punto 12 della norma UNI EN 10224/2006):

il nome o l'indirizzo del fabbricante;

l'identificazione dell'anno di fabbricazione;

la designazione del materiale costituente il prodotto (acciaio non legato);

il DN;

i dati identificativi dell'elemento (lotto, serie, modello o tipo);

il riferimento della norma (UNI 10255/2007).

2.4 Prove/controlli/collaudi

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di sottoporre o far sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi una parte delle unità di prodotto costituenti il singolo lotto di fornitura, al fine di accertarne la rispondenza delle caratteristiche costruttive a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche e, più in generale, alle norme tecniche di riferimento di cui al precedente punto 2.2.

Le Prove/Controlli/Collaudi, che potranno effettuarsi presso le strutture a tal uopo destinate dall'Azienda costruttrice, o presso idoneo laboratorio di prova, di gradimento di Stazione appaltante e munito di attestato di accreditamento del SINAL, interesseranno un numero di unità di prodotto scelte a caso costituenti il campione (numerosità del campione) (cfr. norma UNI ISO 2859-1/2007), noti che siano il numero di unità di prodotto costituenti il lotto (numerosità del lotto), e la lettera codice per la numerosità del campione (cfr. norma UNI ISO 2859-1/2007).

Le unità di prodotto da sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi saranno scelte a discrezione dei delegati di Stazione appaltante tra quelle costituenti il lotto di fornitura.

Qualora, a seguito delle Prove/Controlli/Collaudi, risulti:

- che il numero di unità non conformi trovato nel campione sia minore o uguale di Na, anch'esso indicato preliminarmente nella richiesta di offerta (cfr. Tab. seguente), il lotto deve essere accettato;
- che il numero di unità non conformi trovato nel campione sia maggiore o uguale di Nr, anch'esso indicato preliminarmente nella richiesta di offerta (cfr. Tab. 01 seguente, il lotto non deve essere accettato e l'Azienda fornitrice lo sostituirà con altro costituito da unità di prodotto perfettamente efficienti e rispondenti alle prescrizioni riportate nelle presenti specifiche tecniche, nel termine massimo di 7 (sette) giorni a partire dal ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità redatta da Stazione appaltante .

NUMEROSITA' DEL LOTTO	LETTERA NUMEROSITA' CAMPIONE	CODICE PER I CAMPIONE	NUMEROSITA'	NA	NR
Da 02 a 08	A		2	0	1
Da 09 a 15	B		3	0	1
Da 16 a 25	C		5	0	1
Da 26 a 50	D		8	0	1
Da 51 a 90	E		13	1	2
Da 91 a 150	F		20	1	2
Da 151 a 280	G		32	2	3
Da 281 a 500	H		50	3	4
Da 501 a 1200	J		80	5	6
Da 1201 a 3200	K		125	7	8
Da 3200 a 10000	L		200	10	11

Nel caso in cui, a seguito delle ulteriori Prove/Controlli/Collaudi interessanti il nuovo lotto di fornitura, ci si trovasse nuovamente nelle condizioni di non accettabilità del lotto di fornitura medesimo, l' Stazione appaltante si riserva di revocare la commessa all'Azienda fornitrice, incamerare la cauzione ed avviare ulteriori azioni di rivalsa per risarcimento danni.

Le unità di prodotto preliminarmente scelte a discrezione dei delegati di Stazione Appaltante, tra quelle costituenti il lotto di fornitura, saranno sottoposte alle Prove/Controlli/Collaudi di seguito riportate, da effettuarsi secondo quanto indicato dalla norma UNI 10255/2007 e UNI EN 10240/1999 (e dagli eventuali ulteriori documenti normativi vigenti richiamati in esse):

prova di trazione	(cfr. 9.3 UNI 10255/2007);
prova per determinare lo spessore locale del riv.	(cfr. App. "B" UNI EN 10240/1999);
prova per determinare la massa del riv.	(cfr. App. "C" UNI EN 10240/1999);
prova di aderenza del rivestimento	(cfr. 11.4 UNI EN 10240/1999);
prova di analisi chimica del rivestimento	(cfr. 11.5 UNI EN 10240/1999);

Alla conclusione delle Prove/Controlli/Collaudi deve essere prodotto, dall'Azienda costruttrice o dal Laboratorio di prova accreditato, a seconda di dove si siano svolte, quanto segue:

- certificato di collaudo da cui risulti, per l'elemento generico (identificato come sopra descritto), l'esito dei controlli e delle prove effettuate, e che essi sono stati eseguiti, con le modalità sopra richiamate, con saggi prelevati sui materiali oggetto dell'ordinazione;
- certificato da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione, la descrizione delle caratteristiche tecniche e di quelle dimensionali.

2.5 Certificazioni

L'Azienda fornitrice che si aggiudica l'appalto deve possedere certificazione di sistema qualità conforme alla UNI EN ISO 9001:2015, avente come scopo l'attività oggetto dell'appalto o attività ad esse attinenti (comunque riferite al medesimo settore); in quest'ultimo caso, Stazione appaltante si riserva di valutare, a proprio insindacabile giudizio, l'effettiva attinenza tra lo scopo di certificazione e le attività oggetto dell'affidamento.

La certificazione UNI EN ISO 9001:2015 deve essere rilasciata da Ente accreditato SINCERT (o da altro Ente firmatario di accordi di mutuo riconoscimento con il SINCERT in ambito EA/IAF) e deve essere mantenuta per tutta la durata della fornitura.

Nel caso di commercializzazione del prodotto oggetto delle presenti specifiche tecniche non fabbricato direttamente dall'Azienda fornitrice, la Certificazione di cui sopra deve essere posseduta anche dall'Azienda costruttrice.

Il prodotto di cui alle presenti specifiche tecniche deve essere accompagnato da Certificato di Prodotto, rilasciato da Organismo in possesso di regolare accreditamento riconosciuto a livello nazionale/internazionale, o da Dichiarazione di Conformità, redatta dal fornitore, in modo che sia assicurata la conformità della fornitura, in ordine di priorità, alle prescrizioni di cui alle presenti specifiche tecniche e ai documenti normativi di seguito riportati:

- Norma UNI 10255:2007;
- Norma UNI EN 10240:1999;
- Norma UNI EN 10226-1:2006.

Più precisamente:

- il Certificato di Prodotto ha la forma di un documento e deve riportare le informazioni di seguito riportate:
 - a. il nome e l'indirizzo del fabbricante;
 - b. l'identificazione del prodotto certificato, (tramite l'indicazione del lotto, del numero di serie, del numero del modello o del tipo ai quali si riferisce la certificazione);
 - c. il riferimento ai documenti normativi interessati (il soggetto che ha emesso la norma, il titolo, il numero e l'anno di pubblicazione);
 - d. la data di rilascio del certificato;
 - e. la firma e la qualifica della persona autorizzata al suo rilascio.

- f. la Dichiarazione di Conformità ha la forma di un documento e deve essere strutturata secondo l'all. "A" della norma ISO/IEC 17050-1/2010.

La fornitura dovrà, infine, obbligatoriamente essere corredata da un Certificato di Alimentarietà attestante la conformità delle unità di prodotto alle prescrizioni di cui alla Circolare del Ministero della Sanità 2 dicembre 1978 n. 102 o, in alternativa, al Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174, redatto da un'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.) o, in alternativa, da Laboratorio accreditato. In quest'ultimo caso, l'Stazione appaltante si riserva la facoltà di accettare o meno il Certificato prodotto e, conseguentemente, di accettare o meno il lotto di fornitura.

2.6 Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore

L'Azienda fornitrice/costruttrice dovrà essere attrezzata in modo da poter effettuare le attività di collaudo. In caso contrario l'Stazione appaltante potrà chiedere che le prove di collaudo siano eseguite presso laboratorio di prova munito di attestato di accreditamento del SINAL.

E' richiesto che lo/gli stabilimento/i di produzione del prodotto oggetto delle presenti specifiche sia/siano ubicato/i sul territorio dell'Unione Europea.

2.7 Non conformità

La Stazione appaltante, nel caso di riscontro di non conformità rispetto a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche, e comunque per aspetti non riguardanti l'esito delle Prove/Controlli/Collaudo, emetterà nei confronti dell'Azienda fornitrice apposita nota di non conformità. L'Azienda fornitrice è tenuta a comunicare alla Stazione appaltante le modalità ed i tempi per la risoluzione della non conformità rilevata, che comunque dovrà essere risolta entro 14 (quattordici) giorni dal ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità suindicata.

L'Stazione appaltante si riserva di richiedere idonee azioni correttive per evitare il ripetersi della non conformità.

2.8 Verifiche ispettive (audit)

L' Stazione appaltante si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di effettuare verifiche ispettive (audit) in conformità alla norma UNI EN ISO 19011/2012, secondo date e modalità che saranno preventivamente comunicate dall' Stazione Appaltante stessa, presso lo stabilimento di produzione delle unità di prodotto oggetto della presente scheda, ovvero presso gli stabilimenti di produzione delle singole parti costituenti le unità di prodotto stesse.

La mancata autorizzazione a visitare lo/gli stabilimento/i di produzione e/o la mancata assistenza da parte dell' Azienda fornitrice/costruttrice nel corso delle Prove/Controlli/Collaudi nello/gli stabilimento/i di produzione stesso/i, comporterà il decadimento automatico dell'ordine fatto da Stazione appaltante .

2.9 Oneri dell'appaltatore

L' Azienda fornitrice avrà l'obbligo di recepire le prescrizioni riportate nel presente disciplinare e sarà reperibile, per eventuali comunicazioni e/o emergenze, ai recapiti telefonici e presso la sede Legale indicati al momento della stipula del contratto.

L' Azienda fornitrice dovrà garantire per 10 (dieci) anni, a partire dalla consegna presso Stazione appaltante , le unità di prodotto costituenti il lotto di fornitura da eventuali difetti di costruzione.

Sono a carico dell' Azienda fornitrice, infine, tutti i costi relativi all' esecuzione delle Prove/Controlli/Collaudi, secondo le modalità ed i tempi sopra riportati, comprese le spese di viaggio e soggiorno del personale di Stazione appaltante incaricato (due persone al massimo).

3 TUBAZIONI IN PEAD CORRUGATO

3.1 Premessa

Il presente paragrafo riguarda le prestazioni della tubazione prevista in progetto (PeAD - SN8) esaminando le caratteristiche e le specifiche dei materiali; sono pertanto prese in considerazione

la forma, le dimensioni, i materiali, la normativa vigente, i collaudi nonché tutto ciò che è necessario per ottenere un'opera eseguita a regola d'arte.

Sono tassativamente esclusi, pertanto, materiali non previsti nel presente capitolato.

L'azienda fornitrice delle tubazioni dovrà fornire garanzie adeguate circa la rispondenza dei materiali rispetto a quanto espresso nel disciplinare.

I pezzi speciali, tutti i manufatti realizzati in polietilene corrugato nonché le tubazioni devono essere forniti dallo stesso produttore che ne garantisce la perfetta tenuta idraulica e meccanica.

Ciascuna tubazione o manicotto dovrà avere una marcatura secondo norma riportante:

- riferimento normativo;
- produttore o marchio;
- diametro nominale (DN);
- materiale;
- giorno mese ed anno di produzione;
- marchio di qualità;
- classe di rigidità.

3.2 Scopo

3.2.1 Caratteristiche del materiale

Il tubo è prodotto in polietilene ad alta densità, di prima qualità, sia per la parete esterna corrugata che per la parete interna liscia e risponde ai requisiti prescritti dal prEN 13476-1 e precisamente:

PRESCRIZIONI SUL MATERIALE				
Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodo di prova
		Caratteristica	Valore	
Densità	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	Temperatura	$(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	ISO 1183
Indice fluidità	$\text{MFR} \leq 1,6 \text{ gr/10'}$	Temperatura	190 $^\circ\text{C}$	ISO 1133
Resistenza a lungo termine	Nessuna rottura nel periodo di prova	Carico	50 N	EN 921
		Terminali	Tipi A o B	
		Numero campioni	3	
		Temperatura	80 $^\circ\text{C}$	
		Tensione circonf.	3,5 MPa	
		Tipo di prova	Acqua/Acqua	
		Durata	165 hr	
		Temperatura	80 $^\circ\text{C}$	
		Tensione circonf.	3,2 MPa	
Stabilità termica	≥ 20 minuti	Tipo di prova	Acqua/Acqua	
		Durata	1000 hr	
		Temperatura	200 $^\circ\text{C}$	EN 728

3.2.1.1 Tensione ammissibile e modulo elastico

Il polietilene, come tutte le resine, ha un comportamento più propriamente viscoelastico, quindi sotto sollecitazione alcune proprietà variano molto ed alcune di meno.

Per quantificare tale comportamento ci si riferisce alla classificazione dei polietileni usati per i tubi a pressione. Si è preso come riferimento il PE63, ben noto ed usato per i tubi a pressione per liquidi, come ottimale nella produzione di tubi strutturati. Naturalmente questo sistema viene integrato con opportune prove in modo da garantire il buon comportamento nel tempo.

La norma consiglia le seguenti ulteriori proprietà:

modulo di elasticità	E P 800 MPa
densità media	940 kg/m ³
coefficiente di espansione termica	0,17 mm/m K
conduttività termica	(0,36 , 0,50) W K ⁻¹ m ⁻¹
capacità termica	(2300 , 2900) J kg ⁻¹ K ⁻¹
resistenza superficiale	> 1013 W

3.2.1.2 Resistenza all'aggressione chimica ed elettrochimica

Le caratteristiche di resistenza alla aggressione chimica del PE sono esaminate nella prEN 13476-1, in cui si afferma che i materiali in PE sono resistenti ad acque con una vasta gamma di valori di pH, quali reflui domestici, acqua piovana, acque superficiali e di falda.

Viene precisato che se i prodotti sono usati per acque contaminate da prodotti chimici provenienti da scarichi industriali, si deve tenere presente la resistenza chimica e termica; informazioni in proposito sono contenute nella ISO/TR 7474.

Per quanto concerne la resistenza all'aggressione elettrochimica, il PE è elettricamente inerte, quindi la stessa non può presentarsi.

Il tubo in PE non viene aggredito dall'ambiente e, a sua volta, non cede sostanze dannose per l'ambiente stesso.

3.2.1.3 Resistenza all'abrasione

L'abrasione avviene per attrito, sfregamento, rotolamento o taglio, sia per trascinamento che per turbolenza, o per urto ed è tanto più accentuata quanto più la particella è dura ed irregolare.

Le modalità d'abrasione si possono classificare come di seguito descritto:

- penetrazione: la particella "incide" il materiale, e successivamente si libera lasciando una cavità nel materiale del tubo;
- aratura: la particella crea un solco, accumulando di fronte o di lato il materiale che poi è rimosso;
- taglio: la particella agisce come un utensile tagliente che rimuove particelle di materiale;
- frattura: la particella crea una rottura degli strati superficiali.

Il meccanismo d'abrasione è diverso secondo la durezza superficiale e la "elasticità" del materiale, ma anche questo non può assolutamente essere generalizzato.

Per quanto concerne il PE, si può affermare che, a parità di condizioni, esso presenta migliori caratteristiche di resistenza all'abrasione rispetto ad altri materiali. Quanto detto è stato evidenziato con prove specifiche, condotte in particolare presso l'Istituto per le Materie Plastiche di

Darmstat e da alcuni produttori, ma soprattutto dalla durata in esercizio di tubazioni convoglianti scorie minerarie.

3.2.1.4 Comportamento in temperatura e dilatazione termica

Secondo prEN 13476-1, tubazioni e raccordi secondo la norma devono essere idonei a resistere alla temperatura in accordo con quanto indicato nella norma EN 476 e cioè a 45 °C per diametri fino a 200 mm ed a 35°C per i diametri superiori.

Il PE presenta un coefficiente di dilatazione lineare generalmente pari a:

$$(1,7-2)10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

La variazione dimensionale sui tubi strutturali non fa parte dei requisiti di norma, se non in quanto causa di delaminazioni o screpolature. La dilatazione può tuttavia essere un fattore significativo per la installazione, in quanto si potrebbero creare, in conseguenza ad errori nel corso della stessa, tensioni anomale o sfilamento dei giunti. Occorre quindi tenere conto della dilatazione in fase di posa e ricoprimento.

In generale un tubo strutturato presenta una dilatazione lineare inferiore a quella del materiale e dei tubi a parete piena. Tale affermazione si basa sul fatto che la struttura presenta valori del coefficiente di dilatazione uguali su tutta la superficie esposta, ma la espansione o contrazione è contrastata parzialmente dagli elementi della struttura stessa e si sviluppa maggiormente in direzione radiale.

3.2.1.5 Dimensioni, pesi e tolleranze

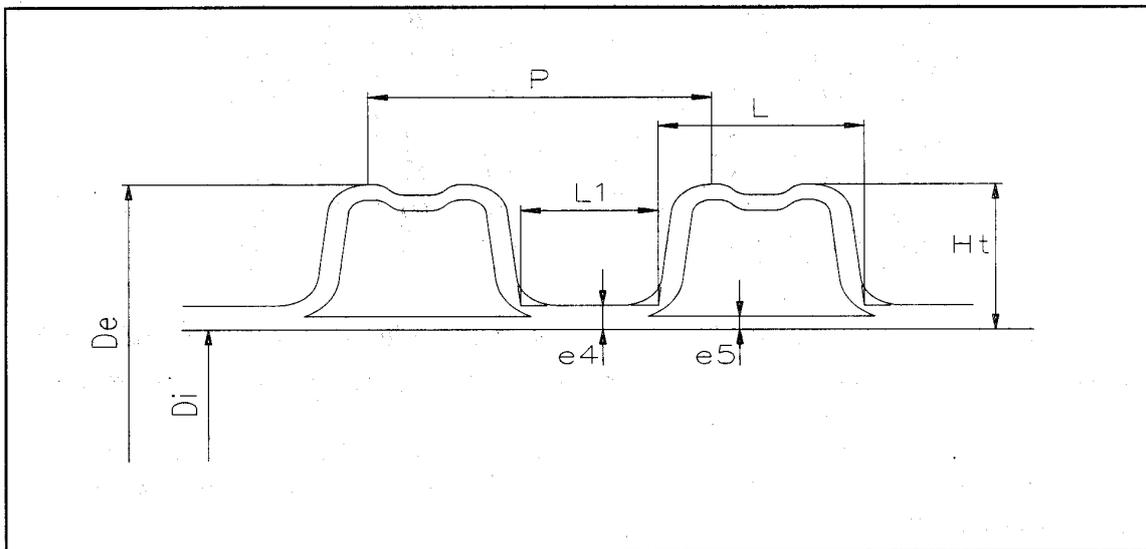
Le dimensioni sono relative a SN=4

DN	De	Di	Di min	Ht	e5	e4	P	L	L1	PESO
110	110	92,5	>=90	8,75	1,0	1,1	12,5	6,5	6	0,8
125	125	107	>=105	9	1,1	1,5	12,5	6,5	6	1,0
160	160	138	>=134	11	1,2	2,0	12,5	6,5	6	1,5

200	200	176	≥ 167	12	1,4	2,5	16,5	8,5	8	1,8
250	250	216	≥ 209	17	1,7	3,5	37	23	14	2,9
315	315	271	≥ 263	22	1,9	3,5	42	26	16	4,6
400	400	343	≥ 335	28,5	2,3	4,5	49	29	20	7,0
500	500	427	≥ 418	36,4	2,8	5,8	58	35	23	12,0
630	630	535	≥ 527	47,5	3,3	7,0	74	44	30	17,7
800	800	678	≥ 669	61	4,1	8,5	89	52	37	24,5
1000	1000	851	≥ 837	74,5	5,0	9,0	99	60	39	40,5
1200	1200	1030	≥ 1005	85	5,0	13	111	80	31	56

Dove:

Di, Ht, e4, e5, P, L, L1 sono di seguito indicate:



I dati rientrano nei valori prescritti nella prEN 13476-1 tenendo in debito conto le tolleranze previste.

Dato che la classificazione secondo la Rigidezza Circonferenziale, SN, deriva dalla prova di laboratorio prescritta sul prodotto, si deve mettere in evidenza che tutti i tubi risultanti al di sotto del valore minimo di classe devono essere classificati nella classe inferiore.

3.2.1.6 Resistenza del polietilene alle sostanze chimiche

RESISTENZA DEL POLIETILENE ALLE SOSTANZE CHIMICHE						
	Buona	Media	Debole	Buona	Media	Debole
	< 3%	3 - 8 %	> 8%			
Rigonfiamento	< 3%	3 - 8 %	> 8%			
Perdita di carico	< 0,5 %	0,5 - 5%	> 5%			
Allungamento alla rottura	invariata	diminuzione <50%	diminuzione >50%			
	a 20°C			a 60°C		
Agenti Chimici	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Acetato di amile	•			•		
Acetato di butile	•				•	
Acetone	•			•		
Acidi aromatici	•			•		
Acidi grassi (superiori a C6)	•				•	
Acido acetico (10%)	•			•		
Acido acetico glaciale (100%)	•				• (D)	
Acido benzoico*	•			•		
Acido borico*	•			•		
Acido bromidico (50%)	•			•		
Acido butirrico	•				•	
Acido carbonico	•			•		
Acido cianidrico	•			•		
Acido citrico	•			•		
Acido cloridrico (tutte le concentrazioni)	•			•		
Acido cromico (80%)	•					• (D)
Acido dicloroacetico (50%)	•			•		
Acido dicloroacetico (100%)	•				• (D)	
Acido fluoridrico (40-70%)	•				•	
Acido formico	•			•		
Acido fosforico (50%)	•			•		
Acido fosforico (95%)	•				• (D)	
Acido ftalico (50%)	•			•		
Acido glicolico (55-70%)	•			•		
Acido lattico (96%)	•			•		
Acido maleico	•			•		
Acido monocloroacetico	•			•		
Acido nitrico (25%)	•			•		
Acido nitrico (50-70%)		•				• (D)
Acido oleico (concentrato)	•				•	
Acido ossalico (50%)	•			•		
Acido perclorico (20%)	•			•		
Acido perclorico (50%)	•				•	
Acido perclorico (70%)	•					• (D)
Acido propionico (50%)	•			•		
Acido propionico (100%)	•				•	
Acido silicico	•			•		
Acido solfidrico (idrogeno solforato)	•			•		
Acido solfocromico			•			•
Acido solforico (50%)	•			•		
Acido solforico (98%)	•					• (D)
Acido solforoso	•			•		

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Acido stearico	•				•	
Acido succinico (50%)	•			•		
Acido tartarico	•			•		
Acido tricloroacetico (50%)	•			•		
Acido tricloroacetico (100%)	•					•
Acqua di mare	•			•		
Acqua ossigenata (30%)	•			•		
Acqua ossigenata (100%)	•					•
Acqua regia	•					•
Acilonitrile	•			•		
Alcool allilico	•			•		
Alcool benzilico	•			•		
Alcool butilico	•					
Alcool etilico (96%)	•			•		
Alcool furfurilico	•			• (D)		
Alcool isopropilico	•			•		
Alcool metossibutilico	•				•	
Aldeide acetica	•				•	
Allume	•			•		
Ammoniaca*	•			•		
Anidride acetica	•				• (D)	
Anidride solforica		•			•	
Anidride solforosa	•			•		
Anilina	•				•	
Benzaldeide	•			•		
Benzene		•			•	
Benzina	•				•	
Benzoato di sodio	•			•		
Bicromato di potassio (40%)	•			•		
Borace*	•			•		
Borato di sodio	•			•		
Bromo			•			•
Canfora	•				•	
Carbonato di sodio	•			•		
Chetoni	•			•		
Cicloesano	•			•		
Cicloesanolo	•			•		
Cicloesanone	•				•	
Clorito di sodio (50%)	•			•		
Clorobenzene		•				•
Cloroformio			•			•
Cloro liquido e gassoso			•			•
Cloruro di alluminio*	•			•		
Cloruro di ammonio*	•			•		
Cloruro di antimonio*	•			•		
Cloruro di calcio*	•			•		
Cloruro ferrico*	•			•		
Cloruro di magnesio*	•			•		

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Cloruro di metilene*			•			•
Cloruro di potassio*	•			•		
Cloruro di sodio	•			•		
Cloruro di solforile			•			
Cloruro di tionile			•			
Cloruro di zinco	•			•		
Cresolo	•			• (D)		
Decalina	•				•	
Detergenti	•			•		
Diclorobenzene (para)		•				•
Dicloroetano		•			•	
Dicloroetilene			•			•
Diossano	•			•		
Epicloridrina	•			•		
Essenza di trementina	•				•	
Esteri alifatici	•				•	
Etere		•			•	
Etere di etilico		•			•	
Etere di petrolio	•				•	
Fenoli	•			• (D)		
Fluoro			•			•
Formaldeide (40%)	•			•		
Fosfati*	•			•		
Ftalato di butile					•	
Gelatina	•			•		
Glicerina	•			•		
Glicol	•			•		
Glicol butilico	•			•		
Ipcolorito di calcio*	•			•		
Ipcolorito di sodio*	•			•		
Iso-ottano	•				•	
Lievito	•			•		
Liscive	•					•
Marmellata	•			•		
Melassa	•			•		
Mercurio	•			•		
Metanolo	•			•		
Metiletilchetone	•					•
Metiglicol	•			•		
Morfolina	•			•		
Nafta (benzina pesante)	•				•	
Naftalina	•				•	
Nitrato di argento	•			•		
Nitrato di sodio*	•			•		
Oleum			•			•
Olii essenziali		•			•	
Olii minerali	•			•		
Olii di paraffina	•			•		

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Olii vegetali e animali	•				•	
Olio di silicone	•			•		
Ossicloruro di fosforo	•				•	
Ozono		•				•
Pentossido di fosforo	•			•		
Permanganato di potassio	•			• (D)		
Petrolio	•				•	
Piridina	•				•	
Poliglicoli	•			•		
Potassa caustica	•			•		
Rilevatori fotografici	•			•		
Salamoia	•			•		
Sali di nickel*	•			•		
Sali di rame*	•			•		
Sciroppi	•			•		
Sego	•			•		
Silicato di sodio*	•			•		
Soda caustica (lisciva)	•			•		
Solfati metallici	•			•		
Solfuro di carbonio					•	
Solfuro di sodio*	•			•		
Succhi di frutta	•			•		
Tetracloruro di carbonio			•			•
Tetraidrofurano	•	•				•
Tetralina	•			•	• (D)	
Tintura di iodio	•					
Tiofene		•			•	
Tiosolfato di sodio	•			•		
Toluene		•				•
Tricloroetilene			•			•
Tricloruro di antimonio	•			•		
Tricloruro di fosforo	•				•	
Trietanolamina	•			•		
Vapore acqueo	•			•		
Vaselina		•			•	
Xilolo		•				•
Zolfo	•			•		
* in soluzione (D) diluito						

3.2.1.7 Normativa specifica

La normativa di riferimento per il tubo corrugato coestruso a doppia parete con costolatura anulare di tipo B è contenuta nel prEN 13476-1.

La EN ISO 9969 citata in questa sede riveste particolare importanza in quanto costituisce la base per la determinazione di SN.

Le norme tedesche ed americane, pur essendo in sostanza analoghe, differiscono in particolari anche importanti per esempio il dimensionamento, sia in relazione al diametro che agli spessori, la definizione della rigidità, alcuni metodi di prova.

Il preliminare di normativa prEN 13476–1 indica come scopo:

“.. le prescrizioni per tubi, raccordi ed altri componenti e le condizioni funzionali per sistemi di tubi a parete strutturale in polietilene (PE)

..specifica i parametri ed i metodi di prova per le prove previste nella presente norma”

e fornisce :

- caratteristiche del materiale;
- prescrizioni generali sui tubi in termini di: aspetto, colore, caratteristiche geometriche;
- caratteristiche meccaniche, caratteristiche fisiche ;
- prescrizioni per i raccordi ed accessori;
- compatibilità con l'uso, prescrizioni e prove;
- marcatura;
- specifiche per l'uso di materiale riprocessabile e riciclabile;
- caratteristiche del materiale PE (informativo).

3.2.1.8 Specifiche tecniche

La specifica tipica per tubi strutturati è la seguente:

“Tubo idoneo per condotte di scarico civili ed industriali, secondo prEN 13476–1, in Polietilene (PE), con densità $> 930 \text{ kg/m}^3$ ”.

Diametro nominale esterno DN, interno minimo Dipari o superiore al minimo definito nella prEN 13476–1. Fornito in barre da (6 - 12 m - o a richiesta).

Realizzato con granulato di prima qualità, requisiti come da prEN 13476–1.

Corrugato esternamente e con parete interna liscia, tipo B secondo prEN 13476–1, realizzato a doppia parete con coestrusione, irrigidito con costolatura anulare.

Parete resistente con spessore $e_5 \geq$ (valore di norma), misurato nella zona all'interno della costola, secondo le indicazioni di norma, atto a sopportare un carico idrostatico minimo $h \geq \dots$ m di colonna d'acqua (continuo o saltuario). Classe di Rigidezza Circonferenziale SN \geq (4 - 8 - 16) kN/m² rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969

Normative di riferimento:

- prEN 13476–1
- EN ISO 9969

normative collegate per i parametri di prova come indicato nelle norme citate.

Marcatura come da norma contenente: [riferimento normativo], [produttore o marchio], [diametro nominale], [materiale], [mese/anno di produzione], [numero di controllo e/o marchio dell'Istituto Italiano Plastici].

Estremità tagliate perpendicolarmente all'asse nel vano tra costole successive.

Collegamento da eseguire (con doppio manicotto e guarnizione, specificato a parte) o (con saldatura di testa).

3.2.1.9 Marcatura di controllo e marchi di qualità

La marcatura di controllo dei tubi segue le prescrizioni della prEN 13476–1.

Tali prescrizioni sono le seguenti:

- numero della norma e tipo di normalizzazione;
- nome o simbolo del produttore;
- classe di rigidezza (indicata con SN);
- materiale (PE);
- codice U per applicazione all'esterno di edifici;
- mese, anno e stabilimento di produzione;

- codice P IIP/a dell'Istituto Italiano Plastici.

La marcatura può essere direttamente stampata sul tubo oppure può essere applicata con etichette purché il livello di leggibilità sia conforme al tipo a “durevole anche durante l'utilizzo”.

3.2.1.10 Giunzioni con manicotto

I manicotti devono essere conformi a quanto indicato nel prEN 13476–1 ed a marchio PIIP/a e provati in conformità alle prescrizioni delle prEN 13476–1 stesse.

L'elemento geometrico determinante è il diametro interno che deve essere congruente con il diametro esterno della tubazione; sono indicati diametri e la tolleranza per i manicotti destinati sia ai tubi con normalizzazione sul diametro esterno che a quelli con normalizzazione sul diametro interno.

Il manicotto deve avere lunghezza tale da permettere l'inserimento di almeno 2 - 3 costole per parte, in modo da assicurare la coassialità delle tubazioni.

L'eventuale deviazione orizzontale o verticale, che negli altri tipi di tubazioni con giunti a bicchiere viene permessa dallo scostamento angolare nel giunto stesso, viene assicurata dalla possibile curvatura del corpo della tubazione, mentre il manicotto assicura il fissaggio assiale senza deformazioni anomale della guarnizione.

La guarnizione deve rispondere alle prescrizioni della normativa; deve essere alloggiata tra le prime due costole che seguono la testata del tubo, con il labbro rivolto nella direzione opposta a quello di infilaggio.

Oltre ad assicurare la tenuta dall'interno verso l'esterno, verificata a pressioni ben superiori a quelle minime di norma anche in condizioni di schiacciamento sotto carico, il labbro rivolto verso l'esterno assicura una resistenza ottimale alle infiltrazioni dovute all'acqua di falda, che sono particolarmente pericolose per la gestione degli impianti di trattamento.

La particolare forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del manicotto garantiscono che in fase di infilaggio la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite.

L'infilaggio del manicotto deve avvenire previa lubrificazione dell'interno del manicotto. L'infilaggio deve essere eseguito con leve o comunque con spinta costante o tiro assiale, accertandosi del corretto imbocco ed evitando di dare martellate che possono danneggiare guarnizione e manicotto.

La guarnizione, contrariamente a quanto avviene in altri tipi di collegamento, si trova in posizione protetta. Il materiale presenta comunque un'adeguata resistenza alla eventuale abrasione che si potrebbe verificare in conseguenza di fenomeni vorticosi per difettoso avvicinamento delle testate del tubo.

3.2.1.11 *Prescrizioni del prEN 13476-1 sui tubi strutturati*

A parte la normativa dimensionale, la prEN 13476–1 considera 3 gruppi di prescrizioni sui tubi strutturati:

- caratteristiche meccaniche.
- caratteristiche fisiche.
- caratteristiche funzionali.

Prescrizioni analoghe sono date per i raccordi ed i componenti.

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Rigidezza circonferenziale		≥ di quella di classificazione		EN ISO 9969
Creep ratio		≤ 4, con estrapolazione a 2 anni		EN ISO 9967
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Tipo di percussore Massa del percussore Altezza di caduta Temperatura di prova Condizionamento	Vedi prEN 13476-1 Vedi prEN 13476-1 (0 ± 1) °C Acqua/Aria	EN 744
Flessibilità anello	Vedi prEN 13476-1	Deformazione	30 % del diametro esterno	EN 1446

CARATTERISTICHE FISICHE

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Prova al forno	≤ 3% senza nessuna crepa o delaminazione	Temperatura Tempo di immersione ≤ 8 mm > 8 mm	(110 ± 2) °C 30 min 60 min	ISO 12091

CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Tenuta idraulica	Nessuna perdita Nessuna perdita $\leq - 0,27$ bar	Temperatura	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$	EN 1277
		Deflessione tubo	10 %	Cond. B
		Defless. manicotto	5 %	
		Differenza	5 %	
		Press. acqua	0,05 bar	
		Press. acqua	0,5 bar	
		Press. Aria	- 0,3 bar	
	Nessuna perdita Nessuna perdita $\leq - 0,27$ bar	Temperatura	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$	EN 1277
		Defless. angolare		Cond. C
		$D_e \leq 315$	2°	
		$315 < D_e \leq 630$	$1,5^\circ$	
		$630 < D_e$	1°	
		Press. acqua	0,05 bar	
		Press. acqua	0,5 bar	
Press. aria	- 0,3 bar			

Per quanto concerne le caratteristiche superficiali dei tubi, le norme prescrivono che:

all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono essere lisce, pulite ed esenti da incisioni, soffiature ed altre irregolarità superficiali;

il materiale non deve contenere visibili impurità o pori;

le estremità dei tubi devono essere tagliate perpendicolarmente all'asse e senza sbavature.

Le caratteristiche geometriche devono rispondere alle dimensioni indicate nella norma prEN 13476-1 misurate secondo la EN 496.

3.3 Collaudi

3.3.1 Collaudo idraulico in stabilimento

Come specificato nel progetto di norma prEN 13476-1 il sistema tubazione-manicotto deve essere garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di -0,3 bar alla temperatura di $23 ^\circ\text{C}$. Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°).

In ogni caso è necessario porre attenzione a non causare deformazioni iniziali rilevanti in fase di riempimento e compattazione. È sempre opportuno eseguire un collaudo idraulico di tenuta sulla condotta installata.

Il collaudo idraulico può essere effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati. Si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi con giunti a bicchiere.

La normativa europea prevede la possibilità di eseguire la prova ad acqua (metodo "W") o ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD). La pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo per i collaudi ad aria per i tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali è riportata nella tabella seguente.

	<i>p₀</i>	Δp	<i>Tempo di prova, min.</i>						
	<i>mbar</i>	<i>mbar</i>	<i>DN 100</i>	<i>DN 200</i>	<i>DN 300</i>	<i>DN 400</i>	<i>DN 600</i>	<i>DN 800</i>	<i>DN 1000</i>
LA	10	2,5	5	5	7	10	14	19	24
LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del valore Δp indicato nella tabella la tubazione risulta conforme.

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

3.3.2 Collaudi in opera

Tutte le operazioni concernenti il collaudo in cantiere devono essere ordinate, controllate ed infine verbalizzate dal direttore dei lavori.

Dopo aver realizzato le giunzioni ed il parziale rinterro della tubazione si può procedere al collaudo. I tronchi sottoposti alla prova devono presentare le giunzioni scoperte per consentire i controlli di tenuta.

Tutte le fasi di collaudo devono svolgersi in accordo alla normativa vigente.

3.4 Resistenze

3.4.1 Resistenza alla pressione interna

È uso comune considerare le fognature prevalentemente come tubi non in pressione; le stesse norme non si scostano da questo concetto, pur prevedendo il concetto di tenuta a pressione, sia pure limitata a 0,5 bar, sui giunti. In genere ciò è vero, in quanto i sistemi a gravità non permettono fisicamente il raggiungimento di valori di pressione superiori a 5-6 m di colonna d'acqua.

Alcuni tipi di tubi strutturati presentano una buona resistenza alla pressione interna, in particolare se si utilizza il collegamento con saldatura, pur non dovendo mai dimenticare che non è mai un tubo a pressione.

La resistenza alla pressione interna può essere verificata in corrispondenza dello spessore minimo.

Si utilizza la stessa formula usata per il calcolo della tensione di parete che si applica ai tubi in parete piena:

$$\sigma_c = \frac{P * (D_i + s)}{2 * s}$$

con

σ_c : tensione effettiva in parete (per sola pressione interna), in Pa

P : pressione interna, in Pa

D_i : diametro interno, in m

s : minimo spessore resistente, in m

Il valore minimo che si ottiene non porta in conto, però, l'effetto di irrigidimento delle costole.

3.4.2 Rigidezza circonferenziale

Nelle pareti a configurazione geometrica semplice effettuato il calcolo dell'asse neutro e del momento d'inerzia di parete si può ricavare il diametro medio e quindi, conoscendo la E del materiale (che può essere ricavato da prove di trazione, ISO 527), la rigidezza.

Viceversa, il momento d'inerzia di parete ricavato da SN, conoscendo E, risulta approssimato in quanto non si viene a conoscere il diametro medio.

In presenza di tipi complessi di parete, e, in alcuni casi, di pareti formate con materiali non omogenei la normativa prevede la determinazione di SN attraverso prove pratiche, che sono indipendenti sia da valori geometrici non misurabili (Dm, I) che da quello del modulo di elasticità del o dei materiali che formano le pareti strutturate del tubo.

L'attrezzatura per la prova è in genere una pressa verticale, con monitoraggio della forza applicata e dello spostamento.

Il raggio di curvatura va successivamente verificato anche geometricamente per la possibile interferenza delle costole.

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento, pareti della trincea" (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o di terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile soggetta a carico può essere ricondotto a quello di una struttura ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

3.4.3 Scelta della rigidità del tubo

La scelta della rigidità del tubo deve essere fatta usando la tabella di seguito riportata, inoltre si deve tener conto dei calcoli nazionali (norma prEN 1295). Generalmente la scelta della rigidità del tubo dipende dal terreno nativo, dal materiale di ripiena nella zona del tubo e dalla sua compattazione, dalla profondità della copertura, dalle condizioni del carico e dalle proprietà limite dei tubi.

Gruppo materiale di ripiena	Classe di compattazione ²	Rigidità del tubo ¹					
		Gruppo di suolo nativo non disturbato					
		1	2	3	4	5	6
		Per spessore di ricopertura ≥ 1m e ≤ 3m					
1	W	4	4	6,3	8	10	**
2	W	-	6,3	8	10	**	**
3	W	-	-	10	**	**	**
4	W	-	-	-	**	**	**
		Per spessore di ricopertura > 3m e ≤ 6m					
1	W	2	2	2,5	4	5	6,3
2	W	-	4	4	5	8	8
3	W	-	-	6,3	8	10	**
4	W	-	-	-	**	**	**
1) Rigidità specifica iniziale (a breve termine) 2) W (buono) classe di compattazione massima **) in questo caso è necessario progettare la struttura							

3.4.4 Deformazione a breve e lungo termine

La tubazione realizzata in Pead soggetta a un carico costante si deformerà con una deformazione iniziale che può essere stimata usando la rigidità del tubo.

Essa viene determinata, come già detto, usando il metodo riportato nella EN ISO 9969 mediante la formula

$$SN = \left(0.0186 + 0.025 \times \frac{y}{Di} \right) \times \frac{F}{L \times y} \text{ in Pa}$$

dove:

- SN = rigidezza circonferenziale, in Pa
- F = forza necessaria per ottenere la deformazione voluta, in N
- L = lunghezza del campione di tubo, in m
- y = flessione del diametro del tubo, in m.

I tubi plastici soggetti ad un carico costante si deformano ulteriormente nel tempo a causa della loro viscoelasticità. Questo fenomeno si chiama scorrimento plastico o deformazione viscosa. Comunemente si usa il vocabolo inglese "creep". Il rapporto tensione/deformazione viscosa viene detto "creep modulus". Questa denominazione crea confusione perché lo si confonde con il modulo elastico del materiale, cosa che non è vera. Il materiale dopo essersi deformato viscosamente se è sollecitato risponde in maniera uguale di quella che aveva prima che la deformazione viscosa abbia avuto luogo.

Tenendo conto che per i tubi strutturati non è facile calcolare il momento di inerzia anche con un modulo di elasticità che tenga conto della deformazione viscosa si è preferito determinare il comportamento a lungo termine in via sperimentale. A questo fine la rigidità circonferenziale a lungo termine si ottiene dividendo la rigidità circonferenziale ad un certo momento iniziale per il creep modulus estrapolato ad un certo tempo indicato dalla norma. Il valore di rapporto tra la deformazione finale e quella iniziale verrà usato come bontà del tubo. I tempi sono scelti notando che una volta installato il tubo si deforma immediatamente di una certa quantità per poi deformarsi lentamente per un certo tempo.

Questo tempo varia a seconda dalla condizione del suolo e delle modalità di posa ma non eccede mai i due anni. Per cui si è adottato come tempo d'estrapolazione due anni.

La deformazione iniziale è stata fissata pari all'uno e mezzo per cento del diametro interno. La forza necessaria a tale deformazione viene mantenuta fino alla fine della prova.

Per i dettagli vedere la norma EN ISO 9967.

3.5 Calcolo della deformazione sotto carico esterno

3.5.1 Basi di calcolo per le tubazioni flessibili

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento, pareti della trincea" (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile qualsiasi soggetta a carico può essere ricondotta a quella delle strutture ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

Nelle teorie comunemente utilizzate per il calcolo della deformazione, l'analisi della struttura tubo, terreno viene semplificata assumendo che le deformazioni nel tubo siano piane ed il tubo sia equivalente ad un cilindro di lunghezza infinita e di piccolo spessore, e considerando inoltre che il terreno reagisca elasticamente.

3.5.2 Calcolo della deformazione sotto carico

L'equazione di Spangler modificata, entrata nel comune uso, è la seguente:

$$\Delta_v = \frac{(d_1 \times p_o + p_t) \times K_x}{8 \times SN \times +0.061 \times E}$$

in cui :

Δ_v : deformazione, in m

d : fattore di autocompattazione (1,5 per compattazioni moderate e 2 per compattazioni medie con limitata altezza di copertura)

p_o : carico del terreno, in $N\ m^{-1}$

p_t : carico dovuto al traffico, in $N\ m^{-1}$

K_x : costante di fondo (dipendente dall'angolo di appoggio)

SN : rigidezza circonferenziale a lungo termine (riferita al diametro), in Pa

E : modulo secante del terreno, in Pa

3.5.3 Carico del terreno

Il carico del terreno gravante sulla unità di lunghezza di tubo si può esprimere con la formula seguente:

$$p_o = C \times \gamma_t \times D_e \times B$$

in cui :

C = coefficiente di carico del terreno

γ_t = peso specifico del materiale di riempimento gravante sul tubo, in N/m³

D_e = diametro esterno del tubo, in m

B = larghezza dello scavo misurato in corrispondenza dell'estradosso superiore della tubazione, in m.

Nella notazione corrente,

$$C = \frac{1 - e^{\left(\frac{-2 \times K \times \mu \times H}{B}\right)}}{2 \times K \times \mu}$$

in cui:

H = altezza della copertura misurata dall'estradosso superiore del tubo, in m

μ = coefficiente di attrito tra il materiale di riempimento e quello del fianco dello scavo,

K = (1 - sin ϕ)/(1 + sin ϕ) = coefficiente di Rankine, con ϕ uguale all'angolo di attrito interno del terreno di riporto.

Nel caso di trincea larga o terrapieno si usa il carico gravante sulla tubazione indicato come:

$$p_o = \gamma_t \times D_e \times H$$

3.5.4 Tensioni di parete

Sul tubo agiscono una serie di sollecitazioni che concorrono a creare le tensioni sulla parete del tubo stesso. Tali sollecitazioni, diversamente orientate, sono dovute al peso proprio della tubazione, al peso del liquido contenuto, all'eventuale pressione interna, ai carichi esterni, ai momenti flettenti dovuti alla curvatura e alle eventuali forze di taglio.

Nella maggior parte delle condizioni di esercizio, la sollecitazione prevalente è quella del carico esterno, tuttavia anche le altre possono essere significative.

Nel caso di tubi strutturati, per i quali viene fornita la SN e non lo spessore, ci si deve basare su uno spessore equivalente e quindi il calcolo non sembrerebbe risultare del tutto significativo.

3.5.5 Resistenza longitudinale alla trazione

La norma prEN 13476–1 prescrive un valore minimo di resistenza alla trazione assiale per le sole tubazioni a formazione elicoidale, cioè per le tubazioni di tipo A2, che potrebbero presentare distacchi della struttura per difettosa adesione degli elementi.

Non è presente alcuna prescrizione per quelle di tipo B il cui spessore resistente è continuo.

La resistenza longitudinale di un tubo costolato con costole ravvicinate può considerarsi in pratica assistita dall'effetto della struttura della costola, che agisce come un telaio incastrato allo strato resistente e quindi contribuisce a ridurre le tensioni longitudinali.

Anche a fronte della durata probabile, nei confronti della vita della tubazione, dello sforzo assiale, si ritiene quindi corretto, trascurando il contributo positivo della costola, considerare come sezione resistente lo spessore di parete tra due costole.

3.6 Installazione

3.6.1 Trasporto ed accettazione dei tubi

Dato il peso limitato e la rilevante rigidità circonferenziale, le tubazioni possono essere appoggiate direttamente una sull'altra senza inconvenienti.

All'atto del ricevimento si devono eseguire i controlli sulla corrispondenza della fornitura, in relazione alle prescrizioni dei capitolati ed ai termini contrattuali.

L'accettazione dei tubi è regolata dalle prescrizioni dello specifico disciplinare di fornitura.

Tutti i tubi, giunti e pezzi speciali devono arrivare in cantiere dotati di marcature o etichette indicanti da ditta costruttrice, il diametro nominale e la classe di impiego.

3.6.2 Scarico ed immagazzinamento in cantiere

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre connesse devono essere eseguite con la maggiore cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Nel cantiere si deve predisporre quanto occorra (mezzi idonei e pini d'appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare

Lo scarico deve avvenire o direttamente con l'intero bancale o separatamente, per i piccoli diametri anche a mano.

Occorre porre attenzione ad evitare l'uso di ganci alle estremità.

È consigliabile sempre l'uso di fasce in materiale non abrasivo o di funi in canapa.

Il primo strato di tubazioni, poggiante sul terreno si deve sistemare su uno strato uniforme in maniera di evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni longitudinali.

3.6.3 Accatastamento dei tubi

L'accatastamento deve essere eseguito disponendo i tubi su un'area piana, stabile, protetta e riparata al fine di evitare pericoli d'incendio e dai raggi solari per evitare sensibili variazioni termiche. La base delle cataste deve poggiare su tavole opportunamente distanziate o su letto d'appoggio. L'altezza deve essere contenuta entro i limiti adeguati ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni alla base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti. In ogni caso, provvedimenti di protezione devono essere adottati per evitare che le testate dei tubi subiscano danneggiamenti. Il primo strato di tubazioni che poggia sul terreno, deve essere sistemato su uno strato uniforme in modo d'evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni. I giunti, le guarnizioni, ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere posti, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi. Essi devono stare entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Nel caso che i tubi dovessero essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, si deve evitare qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario assicurarsi che gli stessi siano in equilibrio stabile.

3.6.4 Scavi

La normativa europea (soprattutto tedesca) impone precise prescrizioni per la configurazione degli scavi per l'alloggiamento di fognature

E' preferibile una trincea stretta massimo 2-3 volte il diametro, almeno fino ad 1 m sopra la generatrice superiore del tubo.

Le pareti devono essere le più possibili verticali, almeno in tale zona, ed eventualmente stabilizzate con sbadacchiature o palancole, per la protezione del personale che lavora nello scavo.

Nel caso di terrapieno o trincea larga, sarebbe opportuno predisporre una zona di contrasto al materiale di copertura in modo da riportarsi verso la situazione di trincea stretta.

Le palancole devono essere spostate subito dopo il rinterro parziale e prima delle operazioni di costipamento.

3.6.5 Letto di posa

Prima di procedere alla messa in opera bisogna controllare accuratamente tubazioni, giunti e pezzi speciali e sostituire quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera.

In primo luogo si verificherà che il letto sia spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilievo o su appoggi, si devono adottare le stesse modalità usate per le operazioni precedenti, tenendo presente di non danneggiare le superfici dei tubi, impiegando mezzi adatti secondo il diametro. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che, all'interno delle condotte, penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, è necessario

accertare la possibile esistenza di materiali capaci di danneggiare il tubo durante la posa. In nessun caso è consentito regolare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa deve garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali l'impiego di giunti adeguati o trattamenti speciali del fondo della trincea.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati o meglio sostituiti secondo la gravità del danneggiamento.

Ogni qualvolta si posa e si collega una barra da 6 o 12 m, deve essere verificata la pendenza e l'allineamento.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

La giunzione deve garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto dal progetto e deve essere realizzata conforme alle norme di esecuzione.

A garanzia della perfetta realizzazione delle giunzioni, dovranno essere predisposti dei controlli sistematici.

Nel caso che il fondo scavo si presenti con materiale soffice e senza detriti duri o sassi, la tubazione può essere installata direttamente sul fondo scavo, purché la livelletta sia corretta.

E' opportuno realizzare un letto di sabbia o ghiaia di piccola pezzatura, mai materiale che presenta spigoli vivi, con uno spessore di almeno 10 cm evitando così che la sommità della costola vada poggiare sul terreno di scavo.

3.6.6 *Installazione*

La tubazione può essere saldata fuori scavo o entro scavo, o collegata con manicotti direttamente sul fondo scavo.

Nel caso di collegamento con manicotti, potrebbero teoricamente presentarsi fenomeni di sfilamento. Occorre avere in questo caso l'avvertenza di bloccare con un riempimento parziale il tubo ogni 30/40 m e, previo controllo degli eventuali movimenti, completare il riempimento dello scavo nelle ore più fresche della giornata.

È comunque da tenere presente che, una volta effettuato correttamente il riempimento, non sono prevedibili spostamenti in senso longitudinale in quanto il terreno compattato attorno alle costole “frena” qualsiasi effetto della dilatazione.

3.6.7 Posa in presenza d'acqua di falda

Per appesantire la tubazione si possono utilizzare blocchi di ancoraggio esterni o in alternativa forare le costole della tubazione in modo da permettere il riempimento delle stesse con acqua.

La foratura sulla costola, nei limiti di qualche percento della superficie della costola stessa, non causa alcuna diminuzione pratica della rigidità e permette di ridurre la spinta a valori al di sotto dei 2,3 kg/m, rendendo quindi facile un appesantimento, anche temporaneo, con sacchetti di sabbia o materiale vario e quindi l'affondamento, a tubo pieno d'acqua, sul fondo scavo.

Quanto sopra permette di evitare, nelle fasi del riempimento dello scavo, deformazioni verticali del tubo dovute alla spinta.

La posa in acqua, con gli accorgimenti citati, è tecnicamente corretta, purché ci si assicuri della condizione del fondo scavo (livellata e materiale). È prudente prevedere un buon letto di posa.

3.6.8 Riempimento dello scavo

Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture

Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la prEN 1295.

I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

- scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 25m al di sopra di esso; La tubazione deve posare su un letto di sabbia di 10 cm dalla generatrice inferiore e rinfiancata da sabbia per un'altezza

determinata dall'angolazione di 90° o 180° dal centro del tubo. La parte rimanente della ripiena, fino al pacchetto stradale è effettuata con materiale opportunamente vagliato, In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfianco nella zona primaria. Nei tratti in cui la tubazione dovesse essere posizionata ad una profondità inferiore a 600 mm rispetto all'estradosso del tubo medesimo, occorrerà prevedere un rinfianco con conglomerato cementizio non armato, confezionato con cemento tipo 325 Pt in quantità non inferiore a 200 Kg/m³, per uno spessore variabile a seconda del diametro del tubo e della larghezza della trincea.

- compattazione accurata. La compattazione deve essere eseguita in strati successivi di circa 30 cm di spessore, con attrezzatura idonee fino ad almeno un metro di copertura sul estradosso superiore; Secondo le prescrizioni della norma pr EN 1046 e con riferimento alle DIN 18127, si considera per il rinfianco il raggiungimento di un grado di compattazione superiore al 90-92% Proctor. Il primo strato di rinfianco deve superare il semidiametro del tubo per evitare sollevamenti dello stesso, altrimenti occorre prevedere un bloccaggio temporaneo durante la compattazione dello stesso.
- compattazione regolare. Si deve evitare di compattare in maniera discontinua, per evitare disassamenti, e quindi sforzi, sui giunti o curvature anomale nel corpo tubo;
- mezzi per la compattazione. Fino ad 1 metro sopra il tubo la compattazione deve essere eseguita con mezzi leggeri, al di sopra con mezzi normali. Attenzione a non esagerare eseguendo la compattazione con mezzi tipo stradale senza calcolare l'effetto del carico dinamico sul tubo sottostante.

Per la scelta del materiale sia per il letto di posa che per il riempimento è necessario che esso abbia un fattore di compattamento e un valore di E corretti.

Una semplice prova per valutare il grado di compattamento che può essere raggiunto dal materiale disponibile, utilizzando quindi un valore attendibile di E, può essere eseguita nel seguente modo:

- si pone un cilindro aperto di diametro 160 mm e lungo 250 mm su una superficie piana;
- si prende il materiale di scavo in maniera rappresentativa e lo si versa nel cilindro fino al livello superiore;
- si rimuove la parte eccedente con un righello e si svuota il cilindro in un contenitore;

- un quarto del materiale viene messo nuovamente nel cilindro e compattato con un calcatoio di diametro 40 mm e di peso di 1 kg;
- si ripete la fase precedente per altre tre volte.

Si misura l'altezza H tra il materiale e la parte superiore del cilindro e il loro rapporto è il fattore di compattamento del materiale.

3.7 Accettazione delle Tubazioni

Il Committente si riserva il diritto di assistere alle operazioni di collaudo in fabbrica con suo personale e di sottoporre a campione i tubi oggetto delle forniture a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Qualora il Committente non invii in tempo utile il proprio collaudatore a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la Ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione dei tubi e di applicazione dei rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

3. TUBAZIONI IN POLIETILENE PE100

3.1 Generalità

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene ad alta densità PE100 PN 16.

Le tubazioni di polietilene non devono essere adoperate nelle seguenti circostanze:

- sopra il terreno e in altre posizioni raggiungibili dai raggi solari;
- dove possano essere presenti solventi e prodotti chimici pericolosi, anche in piccole quantità, come idrocarburi, soluzioni fotografiche, ecc.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

3.2 Riferimenti normativi

Nella fabbricazione di tubi e raccordi e nella progettazione e costruzione di opere in PE100 si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nei seguenti documenti e norme:

- 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 12201-5: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema.
- Raccomandazione IIP n. 10 (Maggio 1999): Installazione di acquedotti di PE
- UNI 9737: Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10520: Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10521: Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10565: Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche funzionali, di collaudo e di documentazione
- UNI 10566: Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10761: Coordinamento delle attività di saldatura, posa e collaudo di reti di polietilene per il convogliamento di gas combustibili, acqua e altri fluidi in pressione. Compiti e responsabilità, requisiti per l'addestramento, la qualificazione e la certificazione del personale.
- UNI 9561: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.

- UNI 9562: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.
- UNI-EN – 10226-1,2: Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensione e tolleranze.
- D.M. 6 aprile 2004, n.174: Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare
- DECRETO MINISTERIALE 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.
- D.LGS. n. 81 del 9 aprile 2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

3.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ($\sigma_c=8,0$ N/mm²) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione).

Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti esposti nella norma UNI EN 12201.

3.3.1 *Aspetto*

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

3.3.2 *Colore*

I tubi di PE100 devono essere blu o neri.

3.3.3 *Diametri e spessori*

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-2) è il "diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale d_n e con il minimo valore del diametro esterno medio $d_{em,min}$.

Il diametro esterno medio d_{em} dei tubi deve avere un valore compreso tra $d_{em,min}$ e $d_{em,max}$.

Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classe di pressione PN16:

DN/OD	dn	d _{min}	d _{max}	PN 16 SDR 11		Ovalizzazione massima ammmissibile
				R _{min}	R _{max}	
40	40	40,0	40,4	3,7	4,2	1,4
50	50	50,0	50,4	4,6	5,2	1,4
63	63	63,0	63,4	5,8	6,5	1,5
75	75	75,0	75,5	6,8	7,6	1,6
90	90	90,0	90,6	8,2	9,2	1,8
110	110	110,0	110,0	10,0	11,1	2,2
125	125	125,0	125,0	11,4	12,7	2,5
140	140	140,0	140,0	12,7	14,1	2,8
160	160	160,0	161,0	14,6	16,2	3,2
180	180	180,0	181,0	16,4	18,2	3,6
200	200	200,0	201,0	18,2	20,2	4,0
225	225	225,0	226,0	20,5	22,7	4,5
250	250	250,0	251,0	22,7	25,1	5,0
280	280	280,0	281,0	25,4	28,1	9,8
315	315	315,0	316,0	28,6	31,6	11,1
355	355	355,0	357,0	32,3	35,6	12,5
400	400	400,0	402,0	36,3	40,1	14,0
450	450	450,0	452,0	40,9	45,1	15,6
500	500	500,0	503,0	45,4	50,1	17,5
560	560	560,0	563,0	50,8	56,0	19,6
630	630	630,0	633,0	57,2	63,1	22,1
710	710	710,0	716,0	-	-	(24,9)
800	800	800,0	807,0	-	-	(28,0)

3.3.4 Lunghezze

Non sono stati fissati requisiti particolari per le lunghezze dei rotoli e dei tubi dritti o per le tolleranze; perciò è necessario che le lunghezze dei tubi siano concordate tra acquirente e fornitore.

Per quanto concerne i tubi in rotoli, le tubazioni devono essere arrotolate in modo che siano impediti deformazioni localizzate come per esempio instabilità locali e o deformazioni.

3.3.5 Indice di fluidità

Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.

3.3.6 Requisiti prestazionali

Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI EN 12201-2, ottenuti col metodo di prova della UNI EN 1167:

Temperatura di collaudo [°C]	Hoop stress del tubo [Mpa]	Requisito [h]
20	12,4	>100
80	5,5	>165
80	5,0	>1000

3.3.7 Collaudi in produzione

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	Una prova ogni 2 h per ogni linea	EN ISO 3126
Resistenza alla pressione interna: 100h-20°C-12,4 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167
Resistenza alla pressione interna: 165h-80°C - 5,5 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167
Resistenza alla pressione interna: 1000h-80°C-5,0 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167
Indice di fluidità (MFR) 190°C-5Kg-10min	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno: ≥20' a 200°C	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 728

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Tensione di snervamento > 19 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 6259
Allungamento a rottura ≥ 350%	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 6259
Ritiro a caldo	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	UNI 2505

3.3.8 Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata.

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della di norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN.

3.3.9 Marcature

Tutti i tubi devono essere permanentemente e leggibilmente marcati lungo la loro lunghezza in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature e che il normale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, il maneggio e l'installazione non danneggino la leggibilità del marchio.

Se si usa la stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura deve essere leggibile senza ingrandimento con la frequenza della marcatura che non sia meno di una al metro.

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore;
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- serie SDR 11;
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (UNI EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

3.3.10 Esclusioni

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (Melt Index, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;

- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

3.3.11 Garanzie

- Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonché una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.
- Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.
- Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti esclusivamente con la materia prima di cui al punto "Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi".
- Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound il Committente potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà al committente in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

3.4 Pressioni e spessori

3.4.1 Classi di pressioni

Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201.

3.4.2 Calcolo degli spessori

Lo spessore viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

e = spessore (mm);

PN = pressione nominale (bar);

D = diametro (mm);

σ = sigma di progetto (bar).

Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore della sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alle curva di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25.

I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate.

All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

$$T (^{\circ}\text{C}) = 20 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 1$$

$$T (^{\circ}\text{C}) = 30 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.87$$

$$T (^{\circ}\text{C}) = 40 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.74$$

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a:

$$OP = PN \times c$$

3.4.3 Resistenza alla pressione esterna

Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna P_e maggiore della pressione interna P_i si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono ad destabilizzarla. E' opportuno pertanto effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile.

Quest'ultima è data dal rapporto tra la pressione critica ed un coefficiente di sicurezza pari a 2 che tiene conto del fatto che la tubazione non è perfettamente circolare:

$$P_{cr} = \frac{2 * E}{1 - \nu^2} * \left(\frac{e}{D_m}\right)^3$$

dove:

P_{cr} = pressione critica;

E = modulo elastico

ν = modulo di Poisson = 0,4;

e = spessore del tubo;

D_m = diametro medio della tubazione;

Dovranno pertanto essere rispettate le condizioni:

$$P \leq P_{cr}$$

$$P \leq P_{cr}$$

3.4.4 Relazioni tra PN, MRS, S e SDR

Tipici esempi delle relazioni tra PN, MRS (tensione circonferenziale che assicura una durata di 50 anni a 20 °C), S ed SDR (rapporto tra il diametro e lo spessore), basate sulla formula:

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

sono dati nel prospetto seguente, in cui C (coeff. di sicurezza) = 1,25

Relazioni tra la pressione nominale PN, lo sforzo di progetto σ_s e le serie S/SDR sono rappresentate dalle seguenti equazioni:

$$[PN] = \frac{10 \sigma_s}{[S]} \quad \circ \quad [PN] = \frac{20 \sigma_s}{[SDR] - 1}$$

SDR	S	Pressione nominale PN, in bar per la classe di materiale			
		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	2,5	3,2	4
33	16	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	6
26	12,5	2,5	4	5	-

22	10,5	-	-	6	-
21	10	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	6	-	-
17	8	4	-	8	10
13,6	6,3	5	8	10	12,5
11	5	-	10	12,5	16
9	4	8	-	16	20
7,4	3,2	10	-	20	25

Esempi della relazione tra PN, MRS, S ed SDR a 20 °C con il valore di C = 1,25

NOTA : Se è richiesto un diverso fattore "C" i valori di PN sopra riportati, necessitano di esser ricalcolati in base allo sforzo di progetto impiegato per ciascuna classe di materiale. Un valore più alto di "C" può anche essere ottenuto scegliendo una classe più alta di PN.

3.5 Giunzioni

3.5.1 Generalità

Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

- giunzioni meccaniche realizzate con **raccordi a compressione** (plastici o metallici), anche con una estremità flangiata per piccoli diametri, generalmente fino a 110 mm;
- giunzioni con **raccordi elettrosaldabili** generalmente per diametri fino a 355 mm;
- giunzioni con elementi termici per contatto (**saldatura testa a testa**) per tubi e per raccordi "formati".

3.5.2 Giunzioni meccaniche

Le giunzioni meccaniche, impiegate negli allacciamenti di utenza ed in generale nei piccoli diametri, sono realizzate normalmente con raccordi in polipropilene o polietilene, sia nel caso dell'unione di tubi di PE tra loro che nel caso di unione di tubi di PE con tubi di altri materiali.

I raccordi per la realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicati nel capitolo, di seguito riportato, del presente disciplinare.

Le attrezzature necessarie alla realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicate nel capitolo successivo a quello dei raccordi. Per il loro uso bisogna attenersi scrupolosamente alle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nella giunzione meccanica per mezzo di raccordi filettati:

- nel caso di unione tra loro di raccordi in materiale termoplastico (polipropilene), per la guarnitura sul filetto maschio è assolutamente vietato l'uso della canapa, della vernice o della biacca; il solo materiale ammesso è il nastro in politetrafluoroetilene PTFE (teflon);
- anche nel caso di unione di raccordi con filetto plastico e di raccordi con filetto metallico, si dovrà sempre usare sul filetto maschio il nastro in PTFE.

Nella giunzione meccanica flangiata occorre utilizzare una chiave dinamometrica per regolare il serraggio dei dadi e bulloni, al fine di prevenire danneggiamenti alle cartelle in polietilene e/o polipropilene.

La forza con la quale si dovranno serrare i bulloni è in funzione delle caratteristiche costruttive dei raccordi flangiati, con valori di coppia di serraggio comunicati dal fornitore dei raccordi.

Nelle operazioni di montaggio, per il serraggio della ghiera del raccordo termoplastico ed allo scopo di ottenere una tenuta meccanica adeguata e idonea solamente a prevenire lo sfilamento del tubo dal raccordo, si dovranno usare le apposite chiavi di serraggio previste dal produttore dei raccordi.

3.5.3 Giunzioni saldate

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione.

Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettrosaldabili.

La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni riportate nel presente disciplinare.

La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura.

I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati.

Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene.

Gli operatori, destinati alla realizzazione delle saldature, dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei

Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa.

Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.

Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.

Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566.

Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri.

3.5.4 Saldatura per elettrofusione

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare.

La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.

Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

3.5.5 Saldatura di manicotti:

- I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliate in maniera ortogonale rispetto al loro asse.

Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.

- Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare

uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo.

Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo.

- Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.
- Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.
- Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce.
- E' preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto.
- Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.
- Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da j) a p) compreso. La superficie del raccordo deve ritornare a temperatura ambiente prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura.

3.5.6 Saldatura per elementi termici da contatto

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi.

Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
- i cavi elettrici non siano danneggiati;
- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;
- il corpo macchina non sia distorto.

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita.

Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso.

Elementi che possono contaminare la saldatura quali, fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.

Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia.

Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento.

Se il termoelemento non può esser pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo.

Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare.

Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520.

Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni.

Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata.

La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura.

Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

3.5.7 Saldatrici ad elementi termici per contatto

Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

- essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
- devono essere conformi alla norma UNI 10565.

- ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
- devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
- devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di $0,15 \text{ n/mm}^2$ dopo i primi 10 secondi;
- devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i -5° e i $+40^\circ \text{ C}$ e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201-2;
- i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a $220 \pm 10\%$ Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori, pertanto la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra;
- le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche, non devono subire dei cali se queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le

pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;
- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile.
- la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;
- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;
- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;
- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;
- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione

massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;

- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere $230^{\circ} - 5^{\circ} + 10^{\circ}$ C) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice ($-5^{\circ} + 40^{\circ}$ C);
- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro-idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

3.5.7.1 Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa

Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento, pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.

3.5.8 Scheda di manutenzione

L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto al punto 8 della norma UNI 10565.

3.5.9 Saldatrici per elettrofusione

Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo "raccordi elettrosaldabili" del presente disciplinare.

Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i $+40^{\circ}\text{C}$, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10 Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;
- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

3.5.10 Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione

Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN;

(per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);

- raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal-esano
- pennarello di vernice indelebile

- chiave per fresa.

I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto.

L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.

Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche.

Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare.

L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°.

I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche.

I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°.

L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia.

Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale.

I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.

Possono essere:

- raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.
- raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521. Sono costruiti in metallo e si compongono di:
 - a. un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
 - b. un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
 - c. un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
 - d. un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
 - e. un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

3.6 Raccordi

3.6.1 Raccordi a compressione

3.6.1.1 Tipi di raccordi

I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici. Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi.

I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 16 bar .

Devono essere dichiarati PN 16 dal produttore, in conformità alla norma UNI 9561. I raccordi da utilizzare per giunzioni miste (tra tubi di PE e tubi metallici) devono essere dichiarati PN 10 dal produttore.

Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.

3.6.1.2 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi

Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo.

Sarà possibile impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque la committenza deve esserne informata in anticipo in forma scritta. L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:

- quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
- quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
- quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;
- quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione.

Il fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

3.6.1.3 Requisiti prestazionali - Prove tipo

Collaudo sulla materia prima

Questo collaudo è realizzato su un tubo prodotti con il metodo ad iniezione, sulla base di quanto previsto nella norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1:

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm ²]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$P_{\text{test}} = \sigma_T * 2s / (d-s)$ = pressione di collaudo in bar, con:

σ_T = tensione di lavoro in N/mm² ;

s = spessore della parete del tubo;

d = diametro esterno del tubo in mm.

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento in conformità alla norma ISO 3501

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$ = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura

Norma	per tubi \leq PN10 [raggio]	per tubi $>$ PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

Resistenza alla pressione esterna

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1

UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1
-------------------------------------	-----	----	---

Collaudi dimensionali

Conformi alla norma UNI ISO 10226 ed alla tabella XII della norma UNI 9561.

Inoltre devono risultare conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

3.6.1.4 Collaudi periodici

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comportamento a breve	3 x PN (*)	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento secondo la norma UNI 9561-prospetto XIII-punto 5

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$ forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm.

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm

Collaudi dimensionali - Collaudi visivi - Crush test - Collaudo della omogeneità del prodotto
Devono essere in accordo con il programma interno di verifica della qualità del fabbricante.

3.6.1.5 Controllo statistico

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari.

Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione il Committente ammetterà i prodotti all'impiego.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.

3.6.1.6 Altri requisiti generali

I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio.

La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo.

I raccordi, almeno nei diametri fino a 110 mm devono permettere l'inserimento del tubo senza che avvenga lo smontaggio completo della ghiera. Inoltre, tutti i raccordi devono essere realizzati in maniera tale da garantire un loro facile smontaggio dall'impianto e il loro successivo riutilizzo senza che avvengano cali di prestazioni idrauliche e meccaniche.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere.

3.6.1.7 Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

3.6.2 Raccordi formati (o segmentati)

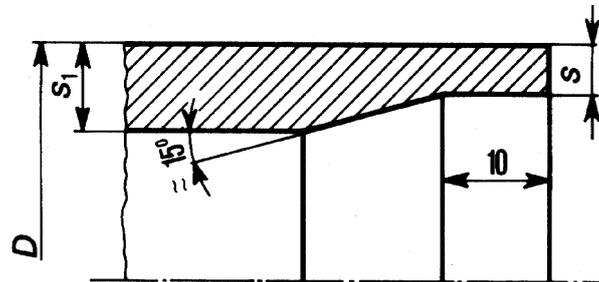
3.6.2.1 Generalità

I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti precedentemente della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P.

I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto nel presente documento.

3.6.2.2 Giunzione di raccordi formati con tubi

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo "giunzioni" del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s_1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



3.6.3 Raccordi elettrosaldabili

3.6.3.1 Generalità

I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati da Committenza, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali.

I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

3.6.3.2 Tipi di raccordi

I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione.

Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 PN16.

Le figure ed i diametri più ricorrenti sono:

- manicotti, fino al DN 355;
- gomiti a 90°- 45°- 22,5°, fino al DN 180;
- tee a 90° , fino ai DN 180x180x180;

3.6.3.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento.

In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Proprietà	Metodo di controllo
Melt Flow Index	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Densità	UNI EN 12201-1 - prospetto 1

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

3.6.3.4 Progettazione dei raccordi

I raccordi dovranno essere progettati in conformità ai requisiti indicati dalle norme UNI 1555-3 e UNI EN 12201-3.

3.6.3.5 Requisiti prestazionali - Prove di tipo

I raccordi devono essere PN16. Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 1167.

I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C.

La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nelle norme:

- UNI ENI 1555 – prospetto V - punto 3;
- UNI EN 12201-3 – prospetto 5; parametri per PE100.

I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

Prova	Temperatura °C	Durata h	Pressione di prova bar
Prove di tipo	80	170	0,6 PN
	80	800	0,4 PN

3.6.3.6 Determinazione della tolleranza della resistenza interna dei raccordi

La tolleranza della resistenza del filamento posto all'interno del raccordo che permette il riscaldamento e la saldatura degli elementi tubo/raccordo, deve essere determinata in conformità a quanto previsto nella norma UNI EN 12201-3.

3.6.3.7 Collaudi in produzione

Il procedimento di controllo e collaudo del lotto produttivo deve essere svolto attraverso i seguenti passaggi.

Resistenza alla pressione interna

Il metodo di prova è specificato nella norma UNI EN 1167. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C.

La prova di accettazione è effettuata secondo le prescrizioni indicate nelle norme UNI EN 12201-3 e UNI 7616: i raccordi vengono sottoposti per la durata di 1 ora ad una pressione pari a $3 \cdot PN$, ad una temperatura pari a $20^{\circ}C$.

Collaudo del valore della resistenza del filamento interno dei raccordi

- Ogni raccordo deve essere collaudato al fine di assicurare al Committente la continuità elettrica del filamento.
- Deve essere effettuato il collaudo del valore della resistenza elettrica del filamento interno del raccordo effettuato sul campionamento minimo determinato dal produttore.

Collaudo visivo

- Ogni raccordo deve essere ispezionato visivamente nel suo aspetto generale.

Collaudi dimensionali

- Devono essere svolti in accordo con il piano di campionamento interno del produttore.

Caratteristiche fisiche

- I raccordi devono superare le prove indicate nel prospetto 6 della norma UNI EN 12201-3.

3.6.3.8 Altri requisiti generali

I raccordi devono essere saldabili su tubi PN 6; per quest'ultima pressione nominale valgono i limiti di saldabilità dichiarati dal produttore. La tensione di saldatura deve essere inferiore a 40 Volts nominali e il diametro degli spinotti di attacco deve essere di 4,7 mm.

Nei raccordi devono essere presenti le "zone fredde", sia all'imboccatura che al centro del raccordo.

Le spire della resistenza non devono interessare la zona del foro dei raccordi a "collare" o a "settore".

La superficie interna e quella esterna del raccordo, esaminate visivamente senza ingrandimenti, devono risultare lisce, uniformi ed esenti da fessurazioni, bolle, ammaccature, distorsioni ed altri difetti che potrebbero influenzare le sue caratteristiche funzionali.

Ogni raccordo dovrà essere contenuto in un involucro protettivo trasparente e termosigillato, innocuo per il prodotto, come richiesto dalla norma UNI 10521 punto 7.1.1.2.

Per ragioni di sicurezza operativa i raccordi, tutte le figure di tutti i diametri ad esse riferiti, devono essere in grado di funzionare con la medesima tensione di 39,5 Volts.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. Il fermo deve essere facilmente asportabile per consentire la possibilità, una volta rimosso, di ottenere il manicotto di riparazione scorrevole sul tubo.

Le dimensioni e le tolleranze di accoppiamento devono essere conformi alla norma UNI EN 1555-3.

Le prese per derivazioni devono essere fornite complete di dadi, bulloni e quant'altro occorre al loro montaggio, in maniera da evitare smarrimenti di parti non preassemblate.

La larghezza delle loro zone di saldatura non deve essere inferiore a 20 mm misurati in senso radiale.

Durante l'operazione di foratura non si devono produrre trucioli o particelle metalliche e il fondello risultante dalla foratura del tubo deve essere trattenuto dal dispositivo del perforatore.

Le parti dei raccordi di transizione filettate in ottone devono essere realizzate con ottoni resistenti alla perdita di zinco, compatibili per il contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Tutti i raccordi devono essere realizzati mediante il solo processo di stampaggio per iniezione, senza processi di lavorazioni meccaniche.

3.6.3.9 Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti delle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 1555-3 rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

3.6.4 Raccordi saldabili per fusione (testa a testa)

3.6.4.1 Generalità

I raccordi saldabili per fusione (o testa a testa) realizzati in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

3.6.4.2 Tipi di raccordi

I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16.

Le figure più ricorrenti (riduzioni, gomiti a 90° e 45°, tee a 90°) garantiscono generalmente la copertura dei diametri da 63 a 315.

3.6.4.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm², in conformità alla norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Proprietà	Metodo di controllo
Melt Flow Index	UNI 10910-3 – prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno	UNI 10910-3 – prospetto 6

3.6.4.4 Requisiti prestazionali

I raccordi devono avere pressione nominale PN 16, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti.

Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nel prospetto 4 della norma UNI EN 12201-3:

Temperatura di collaudo [°C]	Pressione di collaudo (con acqua all'interno del raccordo) [MPa]	Tempo di prova [h]
20	12,4	100
80	5,5	≥ 165
80	5,0	1000

3.6.4.5 Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

Controllo	Frequenza
Diametro esterno medio	1 volta/h
Spessore	1 volta/8h

Ovalizzazione	1 volta/h
Angolo tra codoli	1 volta/8h
Aspetto visivo	1 volta/h
Verifica marcatura	1 volta/h

3.6.4.6 Collaudi finali - Esclusioni - Garanzie

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

Prova	Norme
Resistenza alla pressione interna (165 h; 80°C)	UNI EN 12201-3 – UNI EN 1167
Tempo di induzione all'ossigeno (OIT)	UNI EN 12201-3 – EN 728
Indice di fluidità (MFI)	UNI EN 12201-3 – ISO 1133

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto "esclusioni" e valgono anche tutte le garanzie pure previste per i tubi al punto "garanzie".

3.6.4.7 Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

3.6.5 Marcature dei raccordi

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione (PN16);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi.

3.7 Accettazione di tubi e raccordi

Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:

- 5000 m per tubi con $DN \leq 110$;
- 200 raccordi, comprensivi di figure e diametri diversi.

Il Direttore dei lavori o il Responsabile del Committente, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021;

- sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (Certificazione di prodotto);
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;
- sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;
- la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065;

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Committenza dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà al Committente, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata dal presente disciplinare.

3.8 Movimentazione dei materiali

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 e della Raccomandazione IIP n.10 del maggio 1999.

3.8.1 Trasporto dei tubi

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa o di nylon o simili, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

3.8.2 Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.

Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura "da non usare" e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.

3.8.3 Accatastamento dei tubi

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore.

Per i tubi con diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Dopo l'accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all'interno dei tubi.

3.8.4 Conservazione dei materiali

E' indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, necessari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico - meccaniche.

3.8.5 *Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa*

Questi raccordi vengono generalmente forniti in appositi imballaggi.

Se sono forniti sfusi, si deve avere cura, nel trasporto e nell'immagazzinamento, di non accatastarli disordinatamente e si deve evitare che possano essere danneggiati per effetto di urti.

3.8.6 *Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili*

Questi raccordi devono essere sempre forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggerli da polvere, umidità, salsedine, raggi UV, ecc.

Devono essere conservati in magazzini, posati su scaffalature o comunque sollevati dal suolo, lontano da fonti di luce e di calore.

In cantiere si deve aver cura che i raccordi elettrosaldabili non vengano esposti agli agenti di cui sopra e conservati nella loro confezione originale fino al momento d'uso.

3.9 Modalità e procedure di posa in opera

3.9.1 *Scavi*

Lo scavo eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;

- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere, almeno, di 50 cm superiore al diametro del tubo da posare.

In ogni caso, la larghezza dovrà essere sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione se fatto nello scavo. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme.

La profondità minima di interrimento deve essere di 80 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione potrà essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

3.9.2 *Letto di posa*

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore almeno pari a 10 centimetri.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

3.9.3 Posa in opera

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda diappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità già descritte nel presente disciplinare, si provvede alla posa in opera, che viene effettuata, in generale, per mezzo di capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non deve subire urti contro corpi duri o eccessive deformazioni.

Le condotte PE100, la cui saldatura viene effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro 15÷20 metri, per non più di 1,20÷1,30 metri.

Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano.

Inizialmente i tubi si allineano ricalzandoli in vicinanza dei giunti; in seguito si fissa la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi controtendenze rispetto al piano di posa.

Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione.

Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.

3.9.4 Riempimento dello scavo

Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture

Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la UNI EN 1295.

I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

- scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 25m al di sopra di esso; La tubazione deve posare su un letto di sabbia di 10 cm dalla generatrice inferiore e rinfiancata da

sabbia per un'altezza determinata dall'angolazione di 60° dal centro del tubo. a parte rimanente della ripiena, fino al pacchetto stradale è effettuata con materiale opportunamente vagliato, In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfianco nella zona primaria.

Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20-30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavora su tre tratte consecutive e viene eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15-20 cm) nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costanti;
- una delle estremità della tratta della condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso.

E' necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

3.9.5 Curvabilità dei tubi

Per non sollecitare il materiale in maniera eccessiva, le barre di tubo di PE possono essere curvate ai seguenti raggi di curvatura (R) alla temperatura di 20°C:

PN 16 R = 20 De per tubi semplici; R = 25 De per tubi con giunzioni.

Qualora i raggi di curvatura richiesti fossero inferiori a quelli sopra menzionati, si dovranno utilizzare curve stampate o formate a settori (realizzate in fabbrica).

La curvatura a caldo della tubazione è assolutamente vietata.

3.9.6 Danni

Ai fini della resistenza ai danni che possono originarsi durante la fase della posa in opera, le prestazioni dei tubi (PN per 50 anni di vita) non diminuiscono se il valore del danno (intaglio) arrecato ai tubi non supera, in profondità, il 10% del valore dello spessore del tubo.

La forma del danno non è rilevante (longitudinale o circonferenziale, ecc.); tuttavia il Direttore dei Lavori ed il Responsabile di Cantiere si devono assicurare che il danno non penetri per un valore superiore al 10% dello spessore del tubo in nessun punto della parete dello stesso.

Nel caso che ciò accada, la parte del tubo interessata dal danno deve essere rimossa.

3.10 Collegamenti

I dettagli della realizzazione dei collegamenti tra tubi in PE e tra tubi in PE con altri parti metalliche vanno effettuati secondo le indicazioni contenute nel presente disciplinare.

3.11 Collaudo idraulico in opera

3.11.1 Generalità

La prova di collaudo si deve eseguire sulla condotta installata compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione.

Si può effettuare indifferentemente la prova di collaudo tradizionale oppure quella di tipo aggiornato.

3.11.2 Collaudo tradizionale

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si crea nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che ha come risultato un aumento di volume nella condotta.

La prova idraulica in opera dei tubi in PE è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 metri per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento della linea).

La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.

La quasi totale copertura del tubo da collaudare evita sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte consentendo la definizione più precisa della quantità dell'acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si riempie la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.

Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato si procede con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare il valore PN + 5 bar.

Nel punto di pompaggio deve essere installato oltre ad un manometro di pressione anche un manometro registratore (pressione e tempo), che permette di documentare l'andamento delle prova idraulica, ed un contatore volumetrico.

La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova, mentre il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto.

Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo.

Durante le 6 ore il tubo si dilata sotto la pressione interna e raggiunge una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.

Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione ha valori più contenuti.

Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni; i raccordi flangiati sono da rinserrare ciclicamente.

Si deve prestare attenzione, durante queste operazioni, al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo per l'operatore adeguate protezioni.

Al termine della prova preliminare, nella quale non si deve riscontrare alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN, che non deve superare il valore PN + 3 bar.

Questa prova dura 6 ore; ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando risulta $\Delta p \leq 1,8$ bar (Δp = differenza tra pressione iniziale e pressione finale).

Durante la prova principale l'operatore deve controllare che non si riscontrino perdite visibili da tutte le giunzioni.

Terminato il collaudo si redige un verbale che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

3.11.3 Collaudo aggiornato

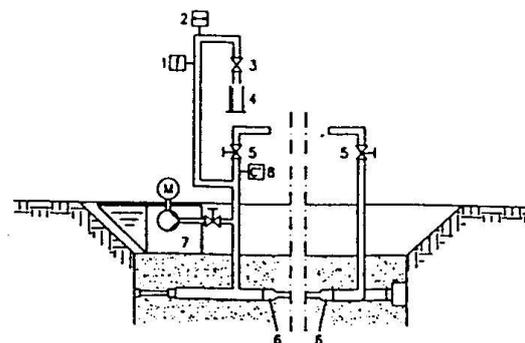
Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il Metodo a Contrazione.

Il principio di tale metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene, in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo.

Gli elementi necessari per il collaudo sono: l'unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio del liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contalitri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione $\leq 5\%$ del volume richiesto).

Nella figura seguente è riportato lo schema per il collaudo a pressione.

- 1 Manometro registratore
- 2 Manometro di precisione
- 3 Valvola di regolazione
- 4 Contalitri
- 5 Valvole di sfiato
- 6 Condotta in PE
- 7 Unità di prova idraulica
- 8 Termometro



Prova preliminare

Si riempie la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s, sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria.

Si chiude la valvola di alimentazione dell'acqua e si lascia assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Si mette in pressione la condotta alla pressione di collaudo P_{coll} di 1,5 PN, non superando $PN + 5$ bar, in un tempo massimo di 10 minuti.

Si mantiene la P_{coll} per 0,5 h ripristinando la caduta di pressione al valore di P_{coll} (fase di mantenimento).

Si controlla nella successiva 1 h (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla P_{coll} , che non devono essere superiori al 30%.

Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite e, dopo un riposo delle tubature di almeno 1 h, si riprende il collaudo.

E' necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.

L'andamento della curva di pressione è indicato nella corrispondente sezione della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (P_{abb}), agendo sulla valvola di regolazione per alcuni minuti.

I valori dell'abbassamento di pressione in funzione del PN della linea sono riportati nella seguente tabella:

PN	P_{abb} (bar)
10	2,0
16	2,5
25	3,0

Per la successiva 0,5 h si controlla l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 h per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione dopo 0,5 h è $\leq 0,25$ bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume d'acqua scaricato (V_{abb}) durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore o pari al valore calcolato V_{amm} , il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.

Il valore V_{amm} si calcola applicando la seguente formula:

$$V_{amm} = 0,1 \cdot F \cdot \left[\sum_{i=1}^n (A_i \cdot L_i) \right] \cdot P_{abb} \cdot \left[\frac{1}{E_A} + \frac{1}{E_T} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{d}{s} \right)_i \right]$$

dove:

V_{amm} = massimo volume di acqua scaricabile (ml);

P_{abb} = abbassamento di pressione (bar);

d = diametro interno dei vari tubi (mm);

E_A = modulo di compressione dell'acqua (pari a 2000 N/mm²);

E_T = modulo di elasticità a breve durata del PE (pari a 800 N/mm²);

s = spessori dei vari tubi (mm);

L = lunghezze dei vari tubi (m);

F = coefficiente di correzione per presenza di aria nella condotta (pari a 1,2);

A = sezioni interne dei vari tubi (mm²).

3.12 Verifiche ispettive

3.12.1 Generalità

Il Committente si riserva di effettuare periodiche verifiche ispettive per controllare le conformità richieste nel presente documento.

Le verifiche possono riguardare i prodotti, i processi interni delle fabbriche che producono i materiali ammessi all'impiego e i processi di costruzione e posa in opera degli impianti svolti dalle ditte appaltanti.

Per dette verifiche il committente si servirà di personale interno adeguatamente preparato o di Organismi di terza parte, certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17020 e UNI CEI EN 17065 o 17021, appositamente incaricati.

Il fornitore d'opera e il fabbricante devono garantire ai verificatori il libero accesso a tutti i documenti che intendono controllare. Le frequenze delle verifiche ispettive sono indicate nel seguente prospetto:

LOCALITA'	VERIFICA	MODALITA'	FREQUENZA
CANTIERI	Fornitore d'opera	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	RACCORDI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI [verifica reologica]	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere

FABBRICHE	RACCORDI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto
	TUBI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto

Le fabbriche e i prestatori d'opera realizzano i loro prodotti e processi garantendo il rispetto di un sistema di garanzia della qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9001 e adottando un piano della qualità che deve essere reso noto ai verificatori per dimostrare come la Ditta soddisfa i requisiti espressi nel presente documento.

3.12.2 Verifiche ispettive nei cantieri

I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nei cantieri con le frequenze indicate nella tabella del paragrafo precedente.

Fornitore d'opera

Il fornitore d'opera deve provvedere affinché siano rese disponibili procedure scritte che illustrino almeno i seguenti punti:

- come il prestatore garantisce il rispetto dei requisiti, ossia il piano della qualità;
- come il prestatore conserva la documentazione richiesta per garantire la rintracciabilità delle operazioni;
- quali sono i controlli che s'impegna ad effettuare sulle lavorazioni svolte;
- come documenta le azioni correttive eventualmente intraprese nel caso di non conformità e quali sono le azioni preventive impiegate per evitare il ripetersi di non conformità.

Verifiche sui materiali

I verificatori controlleranno che i materiali impiegati nel corso della costruzione siano quelli ammessi all'uso dalla committenza.

In particolare controlleranno la rispondenza tra i materiali trovati in cantiere e quelli prescritti per le opere.

Verifiche reologiche

Allo scopo di garantire la rispondenza delle materie prime con quanto richiesto, per ogni lotto di tubi di polietilene consegnato, il verificatore provvederà al prelievo in cantiere di un campione per poter effettuare la determinazione del MFI (Melt Flow Index), per mezzo di un laboratorio di prove accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

3.12.3 Verifiche ispettive nelle fabbriche

I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nelle fabbriche ad ogni lotto di tubi e/o raccordi; nel corso delle verifiche ispettive controlleranno che il processo di fabbricazione e di svolgimento dei controlli sia idoneo al raggiungimento dei requisiti prestazionali prescritti nelle norme di prodotto dei tubi (UNI EN 12201-2) e dei raccordi (UNI EN 12201-3).

Effettueranno, inoltre, controlli sul metodo di svolgimento e di rilascio del certificato di conformità del lotto.

I risultati delle verifiche ispettive svolte nelle fabbriche saranno trasmessi al Direttore dei Lavori.

In caso di risultati negativi verranno intraprese immediatamente le conseguenti azioni nei confronti della fabbrica.

Ulteriori diritti di verifica ispettiva nelle fabbriche dei tubi e dei raccordi di PE

Il Committente potrà, a sua esclusiva discrezione, esercitare nei confronti del produttore dei tubi e dei raccordi, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso, in qualsiasi momento della produzione, agli stabilimenti del produttore;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo, raccordo e/o di materia prima, sia da tramoggia di estrusione, sia da sacchi, silos o altri luoghi di stoccaggio della materia prima;

- esecuzione, in presenza di delegati della committenza, di qualsiasi prova sui tubi e raccordi, nelle quantità e con le frequenze previste dal manuale della qualità del fornitore;
- analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e materia prima dichiarata in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici delle materie prime; tale prova è delegata, a carico della fabbrica, al produttore della materia prima.

3.12.4 Costi delle verifiche ispettive

3.12.4.1 Verifiche in cantiere

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico prestatori d'opera e/o dei fornitori dei materiali.

Le spese per la determinazione reologica sono sempre a carico del fabbricante.

3.12.4.2 Verifiche nelle fabbriche

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico dei fornitori dei materiali.

Nel caso di incapacità o inadeguatezza ad eseguire le prove richieste, il fornitore dei materiali si farà carico degli oneri derivanti dall'esecuzione delle stesse prove presso Laboratori indipendenti e accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dal ritiro di tubi già consegnati al Committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture o delle prestazioni d'opera alle prescrizioni del presente documento, la committenza ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno subito come previsto a norma di legge.

4. VALVOLE A SARACINESCA

4.1 Scopo di fornitura

Le presenti specifiche tecniche sono relative alle valvole di intercettazione "a saracinesca" flangiate a cuneo gommato bi-direzionali, "a corpo piatto", per condotte acquedottistiche in pressione.

4.2 Documentazione di riferimento

Il materiale di cui trattasi deve essere conforme ai seguenti documenti:

- Circolare del Ministero della Sanità 2 dicembre 1978 n. 102 o, in alternativa, in attesa della sua entrata in vigore prevista per il luglio 2007, il Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano", pubblicato sulla G.U. 17 luglio 2004 n. 166;
- Norma UNI EN 1074-1/2001, per i requisiti generali delle valvole per la fornitura di acqua;
- Norma UNI EN 1074-2/2004, per i requisiti delle valvole di intercettazione;
- Norma UNI EN 681-1/2006, per i requisiti degli elementi di tenuta in elastomero;
- Norma UNI EN 1092-2/1999, per flange circolari designate mediante PN;
- Norma UNI EN 558/2012, per i requisiti di conformità agli scartamenti;
- Norma UNI EN 1563/2012, per i getti di ghisa a grafite sferoidale;
- Norma UNI EN 805/2002, per i DN delle valvole.

Le norme, decreti e circolari sopra elencati e di seguito richiamati fanno parte integrante della presente scheda e, per patto, non si allegano.

4.3 Caratteristiche della fornitura

4.3.1 Premessa

Sono di seguito riportate le specifiche relative alle caratteristiche fisico/meccaniche/geometriche del prodotto.

4.3.2 Diametri

I diametri nominali unificati delle valvole ("DN") devono essere selezionati fra quelli indicati nella UNI EN 805/2002.

4.3.3 Pressioni

Le valvole devono essere progettate in modo tale che le loro pressioni caratteristiche, PFA, PMA e PEA, presentino i valori minimi di seguito riportati (cfr. punto 4.3 della norma UNI EN 1074-1/2001):

PN	PFA [bar]	PMA [bar]	PEA [bar]
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

4.3.4 Temperature

Le valvole devono essere progettate per temperature di esercizio da 0°C (escluso il gelo) a 40°C (cfr. punto 4.4 della norma UNI EN 1074-1/2001).

4.3.5 Flange

Le flange devono essere in ghisa sferoidale ed integrate (o fuse) nel corpo della valvola.

E' richiesto, inoltre, che siano caratterizzate da una PFA coincidente con quella del corpo della valvola e, più in generale, conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1092-2/1999.

4.3.6 Scartamento

Al fine di consentire la loro intercambiabilità, la distanza tra i fianchi esterni delle flange (o "scartamento") deve essere del tipo "corto" (o "a corpo piatto"), in accordo con la UNI EN 558/2012.

4.3.7 Direzione di manovra

Conformemente a quanto previsto al punto 4.7 della norma UNI EN 1074-1/2001, la direzione di chiusura deve essere in senso orario.

4.3.8 Involucro

L' involucro (o "corpo") deve essere del tipo "a passaggio totale", realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2012).

Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, ad una pressione interna uguale al maggiore dei due valori: PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001).

Il rivestimento protettivo delle superfici, realizzato mediante verniciatura a polvere epossidica, deve avere uno spessore di spessore minimo di 100 µm, nel caso di applicazione elettrostatica, ovvero di 250 µm, nel caso di applicazione con altre tecniche e deve presentarsi uniforme, privo di fessurazioni e porosità e aderente al sottostante supporto.

4.3.9 Coperchio

Il coperchio deve essere realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2012).

Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, ad una pressione interna uguale al maggiore dei due valori: PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001).

Il rivestimento protettivo delle superfici, realizzato mediante verniciatura a polvere epossidica, deve avere uno spessore di spessore minimo di 100 µm, nel caso di applicazione elettrostatica, ovvero di 250 µm, nel caso di applicazione con altre tecniche e deve presentarsi uniforme, privo di fessurazioni e porosità e aderente al sottostante supporto.

La guarnizione di tenuta corpo/coperchio deve essere di tipo toroidale, alloggiata in sede dedicata, ricavata per fusione o rettifica e meccanicamente bloccata dal serraggio fra i due componenti, marcata in accordo alla UNI EN 681-1/2006.

4.3.10 Cuneo

Il cuneo deve essere realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2012).

Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, in posizione "chiusa", ad una pressione differenziale applicata uguale al minore dei due valori: 1,5xPFA o PFA+5. Se la PMA indicata per la valvola è maggiore di questo valore, la pressione differenziale applicata deve essere uguale a PMA (cfr. punto 5.1.2 della norma UNI EN 1074-1/2001).

Il rivestimento dell'intero cuneo deve essere realizzato di elastomero EPDM alimentare atto a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione e marcato in accordo alla UNI EN 681-1/2006.

4.3.11 Albero

L'albero deve essere realizzato in acciaio inox avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle del tipo AISI 420 B (cfr. norma UNI EN 10088-1/2014), in un unico pezzo ricavato da barra piena tramite rollatura e formatura a freddo con lucidatura, dotato di anello d'espansione e di foro di collegamento posto nel quadro superiore, per il collegamento mediante spina ad eventuale asta di prolunga.

4.3.12 Tenuta

4.3.12.1 Tenuta dell'involucro e degli altri componenti in pressione

Le valvole devono garantire la tenuta alla pressione interna (d'acqua), in ambedue le possibili direzioni del flusso, uguale al maggiore dei due valori PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.2.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001).

Nel contempo, deve essere garantita la tenuta all'entrata dall'esterno di aria, acqua e ogni corpo estraneo, mediante guarnizione di elastomero EPDM alimentare atta a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione.

4.3.12.2 Tenuta sulla sede

La tenuta "primaria" deve essere realizzata per semplice compressione delle superfici in gomma del cuneo, mediante guarnizione di elastomero EPDM alimentare atta a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione.

La tenuta "secondaria" deve essere realizzata mediante due guarnizioni toroidali (O-Ring), alloggiata in sedi rettificata.

4.3.13 Viteria

Tutte le viterie a contatto con l'acqua sono in acciaio inox (non specificato).

4.3.14 Marcatura

Le valvole a saracinesca devono essere marcate in conformità a quanto previsto dalla norma (cfr. punto 7 della norma UNI EN 1074-1/2001), e riportare almeno i seguenti dati:

DN;

Identificazione del materiale dell'involucro;

PN;

il nome (o marchio) e l'indirizzo del fabbricante;

numero della norma (UNI EN 1074-1/2001).

4.4 Prove/controlli/collaudi

L' Stazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre o far sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi una parte delle unità di prodotto costituenti il singolo lotto di fornitura, al fine di accertarne la rispondenza delle caratteristiche costruttive a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche e, più in generale, alle norme tecniche di riferimento di cui al precedente punto 4.2.

Le Prove/Controlli/Collaudi, che potranno effettuarsi presso le strutture a tal uopo destinate dall'Azienda costruttrice, o presso idoneo laboratorio di prova, di gradimento di Stazione appaltante e munito di attestato di accreditamento del SINAL, interesseranno un numero di unità di prodotto scelte a caso costituenti il campione (numerosità del campione) (cfr. norma UNI ISO 2859-1/2007), noti che siano il numero di unità di prodotto costituenti il lotto (numerosità del lotto), e la lettera codice per la numerosità del campione (cfr. norma UNI ISO 2859-1/2007).

Le unità di prodotto da sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi saranno scelte a discrezione dei delegati di Stazione appaltante tra quelle costituenti il lotto di fornitura.

Nel caso in cui, a seguito delle ulteriori Prove/Controlli/Collaudi interessanti il nuovo lotto di fornitura, ci si trovasse nuovamente nelle condizioni di non accettabilità del lotto di

fornitura medesimo, l' Stazione appaltante si riserva di revocare la commessa all'Azienda fornitrice, incamerare la cauzione ed avviare ulteriori azioni di rivalsa per risarcimento danni.

Le unità di prodotto preliminarmente scelte a discrezione dei delegati di Stazione appaltante , tra quelle costituenti il lotto di fornitura, saranno sottoposte alle Prove/Controlli/Collaudi di seguito riportate, da effettuarsi secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 1074-1/01 e UNI EN 1074-2/04 (e dagli eventuali ulteriori documenti normativi vigenti richiamati in essa):

- prova di resistenza alla pressione interna (cfr. 5.1.1 e App. "A" UNI EN 1074-1/01);
- prova di tenuta interna/esterna (cfr. 5.2.1 e App. "D" UNI EN 1074-1/01);
- prova di tenuta della sede (cfr. 5.2.2 UNI EN 1074-1/01);
- prova di resistenza ai prodotti disinfettanti (cfr. 5.4 e App. "E" UNI EN 1074-1/01);
- prova di resistenza agli sforzi di manovra (cfr. 5.1.4 e App. "A" UNI EN 1074-2/01);
- prova di azionamento (cfr. 5.2.3 e App. "C" UNI EN 1074-2/01);
- prova di durata (cfr. 5.5 e App. "D" UNI EN 1074-2/01).

Alla conclusione delle Prove/Controlli/Collaudi deve essere prodotto, dall'Azienda costruttrice o dal Laboratorio di prova accreditato, a seconda di dove si siano svolte, quanto segue:

a. certificato di collaudo da cui risulti, per l'elemento generico (identificato come sopra descritto), l'esito dei controlli e delle prove effettuate, e che essi sono stati eseguiti, con le modalità sopra richiamate, con saggi prelevati sui materiali oggetto dell'ordinazione;

b. certificato da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione, la descrizione delle caratteristiche tecniche e di quelle dimensionali.

4.5 Certificazioni

L'Azienda fornitrice che si aggiudica l'appalto deve possedere certificazione di sistema qualità conforme alla UNI EN ISO 9001:2015, avente come scopo l'attività oggetto

dell'appalto o attività ad esse attinenti (comunque riferite al medesimo settore); in quest'ultimo caso, Stazione appaltante si riserva di valutare, a proprio insindacabile giudizio, l'effettiva attinenza tra lo scopo di certificazione e le attività oggetto dell'affidamento.

La certificazione UNI EN ISO 9001:2015 deve essere rilasciata da Ente accreditato SINCERT (o da altro Ente firmatario di accordi di mutuo riconoscimento con il SINCERT in ambito EA/IAF) e deve essere mantenuta per tutta la durata della fornitura.

Nel caso di commercializzazione del prodotto oggetto delle presenti specifiche tecniche non fabbricato direttamente dall'Azienda fornitrice, la Certificazione di cui sopra deve essere posseduta anche dall'Azienda costruttrice.

Il prodotto di cui alle presenti specifiche tecniche deve essere accompagnato da Certificato di Prodotto, rilasciato da Organismo in possesso di regolare accreditamento riconosciuto a livello nazionale/internazionale, o da Dichiarazione di Conformità, redatta dal fornitore, in modo che sia assicurata la conformità della fornitura, in ordine di priorità, alle prescrizioni di cui alle presenti specifiche tecniche e ai documenti normativi di seguito riportati:

- Norma UNI EN 1074-1/2001;
- Norma UNI EN 1074-2/2004;
- Norma UNI EN 681-1/2006;
- Norma UNI EN 1092-2/1999;
- Norma UNI EN 558/2012;
- Norma UNI EN 1563/2012.

Più precisamente:

- il Certificato di Prodotto ha la forma di un documento e deve riportare le informazioni di seguito riportate:
 - a. il nome e l'indirizzo del fabbricante;

- b. l'identificazione del prodotto certificato, (tramite l'indicazione del lotto, del numero di serie, del numero del modello o del tipo ai quali si riferisce la certificazione);
 - c. il riferimento ai documenti normativi interessati (il soggetto che ha emesso la norma, il titolo, il numero e l'anno di pubblicazione);
 - d. la data di rilascio del certificato;
 - e. la firma e la qualifica della persona autorizzata al suo rilascio.
- la Dichiarazione di Conformità ha la forma di un documento e deve essere strutturata secondo l'Appendice "A" della norma ISO/IEC 17050-1/2010.

La fornitura dovrà, infine, obbligatoriamente essere corredata da un Certificato di Alimentarietà attestante la conformità delle unità di prodotto alle prescrizioni di cui alla Circolare del Ministero della Sanità 2 dicembre 1978 n. 102 o, in alternativa, al Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174, redatto da un'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.) o, in alternativa, da Laboratorio accreditato. In quest'ultimo caso, l'Stazione appaltante si riserva la facoltà di accettare o meno il Certificato prodotto e, conseguentemente, di accettare o meno il lotto di fornitura.

4.6 Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore

L'Azienda fornitrice/costruttrice dovrà essere attrezzata in modo da poter effettuare le attività di collaudo. In caso contrario l'Stazione appaltante potrà chiedere che le prove di collaudo siano eseguite presso laboratorio di prova munito di attestato di accreditamento del SINAL.

E' richiesto che lo/gli stabilimento/i di produzione del prodotto oggetto delle presenti specifiche sia/siano ubicato/i sul territorio dell'Unione Europea.

4.7 Non conformità

L'Stazione appaltante, nel caso di riscontro di non conformità rispetto a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche, e comunque per aspetti non riguardanti l'esito delle

Prove/Controlli/Collaudi, emetterà nei confronti dell'Azienda fornitrice apposita nota di non conformità.

L'Azienda fornitrice è tenuta a comunicare all' stazione appaltante le modalità ed i tempi per la risoluzione della non conformità rilevata, che comunque dovrà essere risolta entro 14 (quattordici) giorni dal ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità suindicata.

L'Stazione appaltante si riserva di richiedere idonee azioni correttive per evitare il ripetersi della non conformità.

4.8 Verifiche ispettive (audit)

L'Stazione appaltante si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di effettuare verifiche ispettive (audit) in conformità alla norma UNI EN ISO 19011/2012, secondo date e modalità che saranno preventivamente comunicate dalla Stazione appaltante stessa, presso lo stabilimento di produzione delle unità di prodotto oggetto della presente scheda, ovvero presso gli stabilimenti di produzione delle singole parti costituenti le unità di prodotto stesse.

La mancata autorizzazione a visitare lo/gli stabilimento/i di produzione e/o la mancata assistenza da parte dell'Azienda fornitrice/costruttrice nel corso delle Prove/Controlli/Collaudi nello/gli stabilimento/i di produzione stesso/i, comporterà il decadimento automatico dell'ordine fatto da Stazione appaltante

4.9 Oneri dell'appaltatore

L'Azienda fornitrice avrà l'obbligo di recepire le prescrizioni riportate nel presente documento e sarà reperibile, per eventuali comunicazioni e/o emergenze, ai recapiti telefonici e presso la sede Legale indicati al momento della stipula del contratto.

L'Azienda fornitrice dovrà garantire per 10 (dieci) anni, a partire dalla consegna presso Stazione appaltante, le unità di prodotto costituenti il lotto di fornitura da eventuali difetti di costruzione.

Sono a carico dell'Azienda fornitrice, infine, tutti i costi relativi all'esecuzione delle Prove/Controlli/Collaudi, secondo le modalità ed i tempi sopra riportati, comprese le spese di viaggio e soggiorno del personale di Stazione appaltante incaricato (due persone al massimo).

5. SFIATI

5.1 Campo di applicazione

Il presente capitolo del disciplinare si applica alla fornitura di sfiati per condotte in pressione per acquedotti.

5.2 Riferimento a Norme e Regolamenti

Il materiale di cui trattasi deve essere conforme alle seguenti normative, cui ci si richiama per quanto non espressamente indicato nel presente Disciplinare:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni", pubblicato sulla G.U. 14 marzo 1986 n. 61;
- Decreto Legislativo n. 93 del 25 febbraio 2000 "Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione e della direttiva 2014/68/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (rifusione), che ne dispone l'abrogazione" pubblicato sulla G.U. 18 aprile n. 91.", pubblicato sulla G.U. 18 aprile 2000 n. 91;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174: Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare
- Norma UNI EN 1074 per le apparecchiature utilizzate in acquedotto;
- Norme UNI EN 1092-2/1999 per l'esecuzione di giunzioni del tipo a flangia;
- Norma UNI EN 1563/2012 per ghisa a grafite sferoidale.

Le norme, decreti e circolari sopra elencate e di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.

Resta stabilito che, nel caso di discordanza tra le varie normative, l'ordine di prevalenza é il seguente:

- Norme del presente Disciplinare;
- Norma UNI EN 1074;
- Norme UNI vigenti;
- Restanti norme richiamate nel testo.

5.2.1 Caratteristiche

5.2.1.1 Materiale

L'Azienda fornitrice dovrà essere in possesso di certificazione, rilasciata da organismo accreditato dal SINCERT, attestante la conformità del suo sistema qualità alle norme della serie UNI EN ISO 9000, per il prodotto in oggetto.

L'apparecchiatura dovrà garantire automaticamente lo sfiato e il reintegro dell'acqua, mediante un sistema a doppio galleggiante che assolva alle funzioni di evacuazione e di reintegro di grandi quantità di aria e dell'eliminazione continua ed automatica di piccole quantità di aria.

La pressione nominale dell'apparecchiatura deve essere di 16 atm.

5.2.1.2 Corpo e Cappello

Il corpo e il cappello devono essere realizzati in un unico elemento di fusione metallica in ghisa sferoidale GS 500-7 e/o GGG 40 DIN 0.7040. La relativa verniciatura deve essere realizzata con polvere epossidica con spessore medio garantito di 250 µm. La guarnizione corpo/cappello deve essere realizzata con materiale elastomerico e i bulloni di chiusura devono essere in acciaio classe 8-8 zincato.

5.2.1.3 Galleggianti

I galleggianti interni devono essere in acciaio rivestiti con elastomero.

5.2.1.4 Flange

Le flange devono essere PN 1 e configurate secondo le richiamate norme UNI EN 1092-2/1999.

5.2.2 Marcatura

Ogni sfiato deve riportare almeno le seguenti indicazioni:

- il nome o marchio del fabbricante;
- l'anno di fabbricazione;
- il diametro nominale (DN);
- il riferimento della presente norma;
- la classe di spessore o la pressione nominale;
- l'identificazione della certificazione da parte di terzi, quando applicabile;
- la marchiatura CE.

I primi quattro dati di marcatura sopra elencati dovranno essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto e/o stampati a freddo; gli altri dati di marcatura potranno applicarsi mediante verniciatura sul getto.

5.2.3 Prove

Tutta la produzione dovrà essere sottoposta a Collaudo Idraulico e Funzionale in conformità alle Norme UNI 1074.

Al termine del collaudo, dopo la punzonatura di "Avvenuto Collaudo Positivo" dovrà essere stilato un certificato con evidenziati i dati di identificazione, la procedura utilizzata e la conformità alle norme di riferimento.

5.2.4 Accettazione delle Apparecchiature

La Stazione appaltante si riserva il diritto di assistere alle operazioni di collaudo in fabbrica con suo personale e di sottoporre a campione gli sfiati oggetto della fornitura a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Qualora l' Stazione appaltante non invii in tempo utile il proprio collaudatore a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la Ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione delle apparecchiature e di applicazione dei rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

Dovrà, inoltre, essere fornita alla D.L. la certificazione ISO 9001 e la certificazione CE/PED rilasciata dal produttore, le certificazioni di omologazione rilasciate da Enti accreditati dal C.E.N., la certificazione di conformità delle parti in gomma relativa alla D.M. 6 aprile 2004, n.174 nonché la certificazione da parte del produttore di esito positivo delle prove previste nel presente Disciplinare.

6. MISURATORE DI PORTATA ELETTROMAGNETICO

Il presente capitolo del disciplinare si applica alla fornitura di misuratori di portata del tipo magnetico.

6.1 Caratteristiche

L'unità è costituita da un tronchetto flangiato applicato in linea sulla condotta.

La fornitura prevede la posa in opera dell'unità con il collegamento dei segnali compreso cavi ed accessori per il cablaggio.

6.2 Specifiche tecniche

L'apparato deve essere gestito da scheda elettronica a microprocessore, alloggiata in un contenitore fissato sul tronchetto con grado di protezione almeno IP67, programmabile tramite tastiera e display incorporato con le seguenti caratteristiche:

- Elettronica a microprocessore configurabile totalizzata;
- Uscite isolate galvanicamente;
- Segnalazione di allarme programmabile;
- Memoria interna per la memorizzazione dei dati di programmazione;
- Display a cristalli liquidi;
- Cavi di alimentazione e di segnale;
- Materiale della flangia con rivestimento di protezione in Al/Zn;
- Guarnizioni secondo DIN EN 1514-1:1998.

6.3 Accettazione dei misuratori di portata

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di assistere sottoporre a campione i misuratori di portata oggetto della fornitura a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Il prodotto dovrà essere accompagnato da regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione e di applicazione di eventuali rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

Dovrà, inoltre, essere fornita alla D.L. la certificazione ISO 9001 e le certificazioni di omologazione rilasciati da Enti accreditati dal C.E.N., la certificazione di conformità delle parti in gomma relativa alla Circolare del Ministero della Sanità n° 102/78 nonché la certificazione da parte del produttore di esito positivo delle prove previste nel presente Disciplinare.

7. CHIUSINI E GRIGLIE IN GHISA SFEROIDALE

I chiusini e le griglie previsti nel presente progetto devono essere in ghisa e conformi alla norma UNI EN 124.

Chiusini e griglie devono essere di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate).

I chiusini saranno corredati di giunto in polietilene antirumore e antivibrazione. Chiusini e griglie dovranno riportare:

- una marcatura leggibile e durevole indicante: UNI EN 124 (come riferimento alla norma);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario

- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo)

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

I telai e i coperchi devono essere fabbricati in modo da assicurare l'intercambialità, ossia, scelti a caso un qualsiasi telaio ed un qualsiasi coperchio, questi devono presentare tra loro un accoppiamento perfetto, con finitura delle zone di contatto che garantisca l'anon emissione di rumore. L'intercambialità dovrà essere garantita sia tra i pezzi di uno stesso lotto che tra pezzi di lotti prodotti in tempi diversi.

Devono essere eseguiti inoltre dal fornitore i controlli di qualità previsti dalla UNI EN 124.

La documentazione relativa ai controlli di qualità effettuati dal fabbricante deve riportare in dettaglio tutte le fasi di produzione, dal ricevimento delle materie prime alla spedizione dei prodotti finiti.

La D.L. potrà far eseguire presso lo stabilimento i controlli previsti dalla UNI EN 124. Quando tutte le prove eseguite abbiano dato risultato soddisfacente, il materiale s'intenderà accettato.

Classe A 15	(Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche- superfici paragonabili quali spazi verdi.
Classe B 125	(Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.
Classe C 250	(Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.

Classe D 400	(Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.
Classe E 600	(Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

POZZETTI IN CEMENTO ARMATO VIBRATO

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cm², con durezza di 40 ± 5° IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1/2006 ed alle altre norme UNI vigenti, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna > a 1000 mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

7.1 Accettazione dei pozzetti

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di assistere alle operazioni di collaudo in fabbrica con suo personale e di sottoporre a campione gli sfiati oggetto della fornitura a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Qualora la Stazione Appaltante non invii in tempo utile il proprio collaudatore a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la Ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in

conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione delle apparecchiature e di applicazione dei rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

Dovrà, inoltre, essere fornita alla D.L. la certificazione ISO 9001 e la certificazione CE/PED rilasciata dal produttore, le certificazioni di omologazione rilasciate da Enti accreditati dal C.E.N., la certificazione di conformità delle parti in gomma relativa alla Circolare del Ministero della Sanità n° 102/78 nonché la certificazione da parte del produttore di esito positivo delle prove previste nel presente Disciplinare.

INDICE

1.	QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
1.1	Norme generali.....	3
1.2	Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte	5
2.	CARATTERISTICHE TECNICHE	6
2.1	Finalità delle prescrizioni tecniche	6
2.2	Prescrizioni tecniche generali	6
2.3	Caratteristiche generali dell'impianto	7
2.3.1	<i>Cavidotti</i>	8
2.3.2	<i>Pozzetto prefabbricato interrato</i>	9
2.3.3	<i>Chiusini</i>	9
2.3.4	<i>Pali di illuminazione pubblica</i>	9
2.3.5	<i>Corpi illuminanti</i>	10
2.3.6	<i>Blocchi di fondazione dei pali</i>	12
2.3.7	<i>Linee</i>	13
2.3.8	<i>Cassette – Giunzioni – Derivazioni – Guaine isolanti</i>	14
2.3.9	<i>Distanze di rispetto dei cavi interrati</i>	14
2.4	Protezione contro i contatti diretti.....	15
2.5	Impianti di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti	15
2.6	Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione	16
2.7	Scelta e messa in opera delle apparecchiature elettriche	17
2.8	Collocamento in opera di materiali forniti dalla stazione appaltante	20
3	MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI	20
3.1	Norme generali.....	20
3.2	Rilievi e tracciamenti.....	21
3.3	Scavi e rinterri in genere.....	21

3.4	Canalizzazioni per illuminazione pubblica.....	22
3.5	Verniciature e garanzie.....	23
4.	VERIFICA PROVVISORIA, CONSEGNA E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI	25
4.1	Manutenzione delle opere fino al collaudo.....	25
4.2	Verifica provvisoria e consegna degli impianti	26
4.3	Collaudo definitivo degli impianti.....	27
4.3.1	<i>Esame a vista.....</i>	28
4.3.2	<i>Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto, dell'apposizione dei contrassegni di identificazione</i>	29
4.3.3	<i>Verifica della sfilabilità</i>	29
4.3.4	<i>Misura della resistenza di isolamento</i>	30
4.3.5	<i>Misura della caduta di tensione.....</i>	30
4.3.6	<i>Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi</i>	30
4.3.7	<i>Verifiche delle protezioni contro i contatti indiretti.....</i>	31
4.4	Garanzia degli impianti	31

1. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.1 Norme generali

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati nei lavori oggetto dell'appalto devono possedere caratteristiche adeguate al loro impiego, essere idonei al luogo di installazione e fornire le più ampie garanzie di durata e funzionalità. Inoltre, i materiali e le apparecchiature che l'Appaltatore impiegherà dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI ecc.), anche se non esplicitamente menzionate. In ogni caso essi dovranno essere di prima scelta, delle migliori qualità esistenti in commercio, nonché di larga diffusione.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie. Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Appaltatore dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli. Tutte le spese relative alle prove su materiali ed apparecchiature di nuova installazione, previste dalle normative vigenti, sono a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a proprie spese e nel più breve tempo possibile, all'allontanamento dal cantiere ed alla sostituzione di eventuali componenti ritenuti non idonei dal Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per il buon esito dell'intervento.

I componenti di nuova installazione dovranno riportare la marcatura CE, quando previsto dalle norme vigenti. In particolare quello elettrico dovrà essere conforme al D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i, nonché essere certificato e marcato secondo quanto stabilito nelle norme CEI di riferimento.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione simile, da parte dell'I.N.A.I.L., V.V.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da:

- a) garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti;
- b) armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali ed orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che

questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

1.2 Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1, UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027 - UNI EN 413 - UNI 9156.

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

2. CARATTERISTICHE TECNICHE

2.1 Finalità delle prescrizioni tecniche

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali l'Appaltatore è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggiore precisazione di quelle già indicate negli articoli precedenti.

2.2 Prescrizioni tecniche generali

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, nonché dalla norma CEI 64-7, risultano dai disegni di progetto allegati, nonché dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, forniti a complemento dei disegni stessi, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.

I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

2.3 Caratteristiche generali dell'impianto

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente

per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere adottata dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome dell'Appaltatore, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

2.3.1 Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 160, 110 e 50 mm, per il passaggio dei cavi di energia;
- formazione di soletta in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo C16/20 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con

mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;

- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

2.3.2 Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

2.3.3 Chiusini

I chiusini di ispezione dei pozzetti saranno generalmente in ghisa salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori.

In particolare si prescrive:

- le superfici di appoggio del coperchio sul telaio devono combaciare perfettamente in modo che non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza in altezza;
- i chiusini dovranno essere provvisti di fori di aerazione e di sollevamento;
- il telaio dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo.

2.3.4 Pali di illuminazione pubblica

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40 e aventi marcatura CE. Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

Pali in acciaio

E' previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 40-5 e UNI EN 10219-1 e 2, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2), e se saldati longitudinalmente, secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma CEI 7-6 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

I processi di saldatura devono essere conformi alle norme UNI EN 1011-1 e 2; UNI EN ISO 15607, UNI EN ISO 15609-1 e UNI EN ISO 15614-1.

2.3.5 Corpi illuminanti

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le seguenti caratteristiche:

- elevata efficienza luminosa;
- elevata affidabilità;
- lunga durata di funzionamento;
- compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano diventano prioritari anche i seguenti requisiti:

- tonalità della luce (temperatura di colore);
- indice di resa cromatica.

Corpi illuminanti a LED

Acronimo di "Diodo ad Emissione Luminosa" (*Light Emitting Diode*) il **LED** è una lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, mediante un diodo ad emissione luminosa alimentato con corrente di alimentazione statica o variabile.

La Temperatura di colore secondo requisito illuminotecnico è espressa in gradi K.

Il vano ottico sarà costituito da involucro in acciaio zincato ed alluminio pressofuso conforme alla direttive di protezione CEI EN 60529, completo di vetro temperato di spessore minimo 4 mm resistente agli shock termici e agli urti (secondo prove UNI EN 12150-1).

Il Gruppo ottico sarà composto da LED monocromatico di colore White (Bianco) Natural (neutro).

Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche tecniche degli apparecchi illuminanti saranno conformi alle norme CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-3 ed in particolare:

- Classe di Protezione IP 66 e IK 09;
- Omologazione ENEC;
- IMQ Performance;

- Classe isolamento II;
- Efficienza luminosa => 150 lumen/watt;
- Vita media LED a Ta 25°C => 70000 h;
- Vita media elettronica a Ta 25°C => 90000 h;
- Gruppo di alimentazione e gruppo ottico estraibili con connettori ad innesto rapido;
- Funzionamento del prodotto al 100% per Temperatura Ambiente da -20° C a + 36° C;
- Fotocellula crepuscolare;
- Sistema integrato di regolazione del flusso luminoso ("Mezzanotte virtuale");
- Viti esterne di attacco in acciaio inox (se previste dal modello proposto).

2.3.6 Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 300 kg di cemento tipo C25/30 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 50 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;

- sistemazione del cordolo eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

2.3.7 Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti i seguenti cavi per energia elettrica:

Cavi tipo FG7/R 0,6/1 kV, con isolamento in EPR, nelle seguenti configurazioni:

- 1x4 mm²;
- 1x6 mm²;
- 1x10 mm².

Cavi tipo FG7/OR 0,6/1 kV, con isolamento in EPR, nelle seguenti configurazioni:

- 2x1,5 mm²;
- 2x2,5 mm²;
- 2x4 mm²;
- 2x6 mm²;
- 4x4 mm²;
- 4x6 mm²;
- 4x10 mm²;
- 4x16 mm².

Cavi tipo N07V-K, con isolamento in PVC, nella seguente configurazione:

- 1x16 mm² - Giallo-Verde.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

Nelle tavole allegare sono riportati schematicamente il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori. **Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti**

2.3.8 Cassette – Giunzioni – Derivazioni – Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 4 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole di giunzione tipo NY o similare. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica => 40 KV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

2.3.9 Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

2.4 Protezione contro i contatti diretti

La Norma CEI 64-8 Sez. 714.412 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti;
- se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IP XXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate;
- le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza dal suolo superiore a 2,8 m.

La protezione contro i contatti diretti ottenuta mediante ostacoli e mediante distanziamento è vietata.

2.5 Impianti di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

In ogni impianto elettrico deve essere previsto un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter verificare le verifiche periodiche ed è costituito dalle seguenti parti principali:

- il dispersore o i dispersori di terra
- il conduttore di terra, che collega tra loro i dispersori e il nodo o collettore;
- il conduttore di protezione che, partendo dal collettore o nodo, collega direttamente tutte le masse degli apparecchi e le prese a spina.

Per la protezione contro i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori, normalmente non in tensione ma che per cedimento

dell'isolamento principale o per cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere collegate all'impianto di terra.

La norma CEI 64.8 Sez. 714.413 stabilisce per la protezione contro i contatti indiretti che:

- la protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate;
- la protezione va fatta mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente. Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV.

2.6 Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di: larghezza 63 cm, altezza da terra 106 cm, profondità 33 cm con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI EN 60529). Tale contenitore sarà destinato a contenere il gruppo di misura installato dall'Ente Distributore. La relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Parimenti, l'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa di una carpenteria in lamiera metallica verniciata con resine epossidiche, tipo componibile in elementi prefabbricati da assemblare, inclusi gli accessori per l'alloggiamento dispositivi elettrici scatolati e modulari, grado di protezione IP 55, completo di portello cieco con serratura a chiave 800x600x200 mm.

Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel

contenitore dei cavi dell'Ente Distributore. La carpenteria in lamiera dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nei disegni allegati. L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i contattori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI EN 60947-4-1.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme CEI 64-8. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

2.7 Scelta e messa in opera delle apparecchiature elettriche

Le prestazioni degli apparecchi di illuminazione per esterni devono anzitutto rispondere ai seguenti requisiti di carattere generale:

- buon controllo del flusso luminoso sia ai fini del conseguimento di un adeguato rendimento che della prevenzione dell'abbagliamento;
- grado di protezione adeguato per la sicurezza d'impiego anche in condizioni atmosferiche sfavorevoli dovute al funzionamento continuato alle intemperie;
- permettere l'agevole sostituzione delle lampade e delle relative apparecchiature di alimentazione, viste le difficili condizioni in cui avviene la manutenzione (altezze notevoli e in presenza di traffico);
- garantire un buon funzionamento ed una buona durata delle lampade e delle apparecchiature di alimentazione;
- soddisfare le concomitanti esigenze di costo, durata ed estetica.

Nel caso di apparecchi di illuminazione a servizio di aree stradali o similari, si farà riferimento nella scelta dei requisiti di classe illuminotecnica alle definizioni di categoria della norma UNI 11248, ed alla relativa classificazione prevista in norma UNI EN 13201-2 dei requisiti fotometrici e delle classi di impianti di illuminazione stradale.

In merito ai componenti elettrici la norma CEI 64-8 sez. 714.5 dispone che devono avere, per costruzione o per installazione, almeno il grado di protezione IP33.

Per gli apparecchi di illuminazione il grado di protezione IP23 è sufficiente quando il rischio di inquinamento ambientale sia trascurabile, e se gli apparecchi di illuminazione sono posti a più di 2,50 m al di sopra del livello del suolo.

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:

a) per i componenti interrati o installati in pozzetto:

- IPX7 se è previsto il drenaggio, o grado di protezione IPX8 nel caso in cui sia prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso;

b) per gli apparecchi di illuminazione in galleria:

- IPX5.

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-5, CEI EN 60598-2-3.

In ottemperanza alla norma CEI EN 60598-1 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, ed essere forniti completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento ed essere a marchio IMQ.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della norma CEI EN 60598-1.

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat".

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.
- Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen
- diagramma del fattore di utilizzazione
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia univocamente definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

La rispondenza al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificato con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle normative stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto.

2.8 Collocamento in opera di materiali forniti dalla stazione appaltante

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dalla Stazione Appaltante, sarà consegnato secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto l'Appaltatore dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera in questo Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

3 MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI

3.1 Norme generali

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dal Direttore dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed al progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

L'Appaltatore è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Stazione Appaltante, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

Il Direttore dei Lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà dell'Appaltatore di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

3.2 Rilievi e tracciamenti

Dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, l'Appaltatore dovrà eseguire a proprie spese, secondo le norme che saranno impartite dal Direttore dei Lavori, i tracciamenti necessari per la posa dei conduttori, dei pali, degli apparecchi di illuminazione e delle apparecchiature oggetto dell'appalto.

L'Appaltatore sarà tenuto a correggere ed a rifare a proprie spese quanto, in seguito ad alterazioni od arbitrarie variazioni di tracciato, il Direttore dei Lavori ritenesse inaccettabile.

3.3 Scavi e rinterri in genere

Gli scavi ed i rinterri in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni progettuali e secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dal Direttore dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi e rinterri in genere l'Appaltatore dovrà ricorrere all'impiego di adeguati mezzi meccanici e di mano d'opera sufficiente in modo da ultimare le sezioni di ciascun tratto iniziato.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte a giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Il Direttore dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Le materie provenienti dagli scavi da utilizzare per rinterri dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dal Direttore dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

3.4 Canalizzazioni per illuminazione pubblica

Le canalizzazioni saranno eseguite nel rispetto delle norme vigenti per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica.

Per quanto riguarda i tipi di materiali da impiegare e la profondità di posa delle tubazioni in funzione della loro ubicazione, dovranno essere osservate le norme che regolano le interferenze con gli altri sottoservizi esistenti o in corso di esecuzione.

Le condotte saranno realizzate con tubazioni in PVC poste in opera alle prescritte profondità, previa preparazione del piano di posa, rinfiancate con sabbia.

Il rinfianco dei tubi ed il rinterro del cavo verrà eseguito secondo quanto previsto dai disegni di progetto e con materiali ritenuti idonei dal Direttore dei Lavori.

3.5 Verniciature e garanzie

Tutti i pali, paline, bracci a palo, bracci a muro, braccetti, staffe a murare, staffe per posa con tasselli, presenti nell'area dovranno essere posati, verniciati di fondo ed a finire con una seconda mano, a cura dell'Appaltatore, del colore concordato con il Committente.

L'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni:

La verniciatura si effettuerà su superfici metalliche perfettamente asciutte; pertanto è vietato procedere all'esecuzione di detta operazione nelle prime ore del mattino ed in presenza di pioggia, nebbia, rugiada, o in ogni caso con umidità relativa dell'aria ambiente superiore all'80% o con temperatura inferiore a +5 °C.

La verniciatura dovrà in ogni modo essere eseguita nelle condizioni atmosferiche previste dalle schede tecniche delle vernici impiegate.

I prodotti vernicianti dovranno essere fabbricati da primaria azienda specializzata nel settore e risultare della migliore qualità rintracciabile in commercio, ed inoltre il ciclo di lavorazione dovrà essere effettuato con prodotti di uguale provenienza.

L'Appaltatore non potrà impiegare prodotti che non siano stati precedentemente approvati dal Direttore dei Lavori, che potrà quindi rifiutarli se ritenuti inadatti.

Il ciclo di verniciatura (tre mani) dovrà essere idoneo per strutture in acciaio grezzo e/o zincato a caldo, sottoposte ad atmosfera industriale.

Le superfici in acciaio non devono presentare olio, grassi e impurità, scorie di laminazione, ruggine e sostanze estranee (UNI EN ISO 8501-3, UNI EN ISO 8504-1, 2 e 3). Le stesse dovranno essere trattate molto accuratamente fino ad ottenere una lucentezza metallica.

Nel caso di superfici nuove in acciaio zincato, occorrerà che tutti i contaminanti presenti superficialmente siano rimossi a mezzo di agenti sgrassanti possedenti proprietà emulsionanti, eventualmente miscelati con vapore d'acqua a pressione.

La sola pulizia con solventi in questo caso è da ritenersi insufficiente.

Il prodotto da impiegare per la prima ripresa dovrà essere costituito da una pittura antiruggine di fondo, a base di resine epossipoliamiche e fosfato di zinco surface tolerant, eccellente capacità anticorrosiva, bicomponente, spessore del film a secco di 40 micron.

La temperatura massima costante a cui dovrà resistere il ciclo è + 80°C, lo spessore totale del ciclo sarà di 120 micron, la resistenza al distacco dal supporto, misurata con prove di quadrettatura in base alla norma UNI ISO EN 2409, dovrà avere livello = 1 (distacco di piccole scaglie di rivestimento alle intersezioni delle incisioni, se l'area incisa interessata non è significativamente maggiore del 5%).

Tutti i prodotti vernicianti, per essere impiegati, dovranno essere contenuti nelle latte originali sigillate, contraddistinte dal marchio di fabbrica, denominazione della merce, numero del lotto ed indicazione della scadenza entro la quale dovranno essere applicati.

Per ogni prodotto verniciante l'Appaltatore fornirà:

- la scheda tecnica contenente la denominazione commerciale dello stesso, la descrizione e la natura chimica, il numero dei componenti, le caratteristiche di resistenza ed i campi d'impiego, il tipo di supporto e la preparazione delle superfici richieste, la compatibilità con i prodotti impiegati per le riprese precedenti e per quelle successive, le temperature ammissibili (massima costante e saltuaria in °C), il rapporto di catalisi (in peso e volume), diluente prescritto (tipo), diluizione massima consentita (%), modalità di preparazione del prodotto, sistema/i di applicazione prescritto/i, condizioni ambientali per l'applicazione, spessore minimo del film secco per ogni strato, durata minima del prodotto confezionato, vita della miscela (a +20°C), tempi minimi e massimi di sovraverniciatura, le istruzioni varie per l'applicazione;
- la scheda di sicurezza conforme alle norme vigenti in materia.

Per il ciclo completo l'Appaltatore fornirà inoltre una scheda contenente le caratteristiche tecniche del ciclo, con dichiarazione attestante che i prodotti componenti le varie riprese di pittura sono tra loro compatibili, e che il ciclo costituisce idoneo trattamento anticorrosivo per i campi di applicazione indicati ed è in grado di soddisfare i requisiti di garanzia in seguito prescritti.

Per l'applicazione dei prodotti vernicianti, dovranno essere osservate tutte le indicazioni contenute nelle relative schede tecniche e nelle schede di sicurezza che dovranno preventivamente essere consegnate al Direttore dei Lavori.

Con riferimento alla "Scala Europea dei Gradi di arrugginimento per pitture antiruggine" edita dal "Comitato Europeo delle Associazioni dei fabbricanti di pittura e inchiostri" deve essere garantito che le superfici rivestite mantengano un grado di arrugginimento pari allo standard Re 0 (assenza totale di ruggine) per 12 mesi dall'ultimazione dei lavori ed allo standard Re 1 (0,05% di superficie arrugginita) per ulteriori 4 anni.

Entro tali periodi, le superfici che presentassero riconosciuti difetti eccedenti tali limiti, dovuti alla qualità dei materiali od alla loro applicazione, saranno riverniciate a cura e spese dell'Appaltatore.

Le superfici riparate nel periodo di garanzia sono coperte da ulteriore analoga garanzia.

4. VERIFICA PROVVISORIA, CONSEGNA E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

4.1 Manutenzione delle opere fino al collaudo

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse, ordinaria e straordinaria, dovrà essere fatta a cura e spese dell'Appaltatore.

Per tutto il periodo intercorrente fra l'esecuzione ed il collaudo e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 C.C., l'Appaltatore è quindi garante delle opere e delle

forniture eseguite obbligandosi a sostituire i materiali che si mostrassero non rispondenti alle prescrizioni contrattuali ed a riparare tutti i guasti e le degradazioni che dovessero verificarsi anche in conseguenza dell'uso, purché corretto, delle opere. In tale periodo la manutenzione dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, anche in presenza di traffico e senza interruzione dello stesso, con le dovute cautele e segnalazioni di sicurezza ed in ogni caso, sotto pena d'intervento d'ufficio, nei termini prescritti dal Direttore dei Lavori.

Per cause stagionali o per altre cause potrà essere concesso all'Appaltatore di procedere ad interventi di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, a regola d'arte, appena possibile.

4.2 Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Stazione Appaltante, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso però, la presa in consegna degli impianti da parte della Stazione Appaltante dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, che abbia avuto esito favorevole.

Anche qualora la Stazione Appaltante non intenda valersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

E' pure facoltà della ditta Appaltatrice di chiedere, che nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Stazione Appaltante prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

4.3 Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo deve iniziare entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori e tutte le relative operazioni devono essere portate a termine entro i sei mesi.

Esso dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel presente d'Appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso o nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Ad impianto ultimato si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto descritto.

In particolare, occorrerà verificare:

- a) che siano osservate le norme tecniche generali;

b) che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste ed alle preventive indicazioni, inerenti lo specifico appalto, precisate dalla Stazione Appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;

c) che gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;

d) che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è detto ai precedenti commi b) e c);

e) che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi.

Dovranno inoltre ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

4.3.1 *Esame a vista*

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferendosi all'impianto installato.

Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti ed interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne;

- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

E' opportuno che tali controlli inizino durante il corso dei lavori. **Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto, dell'apposizione dei contrassegni di identificazione**

4.3.2 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto, dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL, inoltre, si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

4.3.3 Verifica della sfilabilità

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due scatole o cassette successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

4.3.4 Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125V nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500V in caso di misura su parti di impianto di 1° categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

4.3.5 Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione deve essere eseguita tra il punto iniziale dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture. Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

4.3.6 Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi

Si deve controllare che:

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

4.3.7 Verifiche delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme CEI 64-8).

4.4 Garanzia degli impianti

Se non diversamente disposto dal Capitolato Speciale d'Appalto, la garanzia è fissata entro 24 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende, per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo della ditta Appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetti di montaggio.