



ASTI Servizi Pubblici S.p.A.

LAVORI DI MANUTENZIONE ORDINARIA DELLE RETI FOGNARIE COMUNALI, DELLE OPERE D'ARTE ACCESSORIE E DELLE STRUTTURE EDILI DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DEL COMUNE DI ASTI E DEI COMUNI DELLA PROVINCIA DI ASTI LA CUI GESTIONE TECNICA E' AFFIDATA AD A.S.P. S.p.A. INCLUSO IL SERVIZIO DI REPERIBILITA' FESTIVA E FERIALE 7 GIORNI SU 7 E 24 ORE SU 24

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
PRESCRIZIONI TECNICHE
TUBAZIONI – FONDAZIONI STRADALI

Elaborato n. 3

IL CAPO SERVIZIO
geom. Luigi Romani

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
(Ing. Roberto TAMBURINI)

rev.	data	descrizione	approv.	data
Scala				Data redazione Maggio 2017

PROGETTO ESECUTIVO

INDICE

FONDAZIONI STRADALI

1	FONDAZIONI STRADALI.....	4
1.1	Descrizione.....	4
1.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare.....	4
1.3	Modalità esecutive	4
2	PAVIMENTAZIONI STRADALI BITUMINOSE	4
2.1	Descrizione.....	4
2.2	Condizioni generali di accettazione.....	5
2.3	Preparazione degli impasti	5
2.4	Caratteristiche dei materiali	6
2.5	Acqua.....	6
2.6	Leganti idraulici	6
2.7	Pietrischi – Pietrischetti – Graniglie – Sabbie – Additivi per pavimentazioni	6
2.8	Ghiaie – Ghiaietti per pavimentazioni.....	6
2.9	Bitumi solidi e semisolidi – Bitumi liquidi – Emulsioni bituminose	7
2.10	Stesa e posa in opera.....	7
3	NORME TECNICHE PARTICOLARI PER I SINGOLI CONGLOMERATI	8
3.1	Strato di base in misto bitumato.....	8
3.1.1	Descrizione.....	8
3.1.2	Materiali inerti.....	8
3.1.3	Legante	9
3.1.4	Miscela	9
3.2	Strato di collegamento in conglomerato bituminoso semichiuso.....	10
3.2.1	Descrizione.....	10
3.2.2	Materiali inerti.....	10
3.2.3	Legante	11
3.2.4	Miscela	11
3.3	Manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso	12
3.3.1	Descrizione.....	12
3.3.2	Materiali inerti.....	12
3.3.3	Legante	13
3.3.4	Miscela	13

3.4	Conglomerati bituminosi a freddo	14
3.4.1	Descrizione.....	14
3.4.2	Materiali aggregati lapidei	14
3.4.3	Legante	14
3.4.4	Dopes di adesività.....	14
3.4.5	Composizione delle miscele	14
3.4.6	Confezione degli impasti.....	14
3.4.7	Stesa in opera	15
4.	TUBI CIRCOLARI TURBOCOMPRESSI IN C.A.	15
4.1	Materiali	15
4.1.1	Generalità	15
4.1.2	Fabbricazione.....	15
4.1.3	Prestazioni relative alla resistenza	15
4.2	Prescrizioni relative alla qualità dei materiali	15
4.2.1	Cemento	15
4.2.2	Inerti.....	16
4.2.3	Acqua d'impasto.....	16
4.2.4	Additivi d'impasto ed altre aggiunte	16
4.2.5	Acciaio per armature	16
4.2.6	Guarnizioni di tenuta	16
4.2.7	Calcestruzzo	16
4.3	Tubi.....	16
4.3.1	Finitura	17
4.3.2	Caratteristiche geometriche.....	17
4.3.3	Armatura.....	17
4.3.4	Rivestimenti	17
4.4	Prestazioni tecniche	18
4.4.1	Resistenza meccanica	18
4.4.2	Impermeabilità-Tenuta	18
5.	POSA IN OPERA DI TUBI TURBOCOMPRESSI IN C.A.	18
5.1	Scavo e preparazione della trincea	18
5.2	Scarico e stoccaggio sul luogo	18
5.2.1	Attrezzature per la movimentazione e lo scarico.....	18
5.2.2	Deposito sul luogo d'opera	19
5.3	Installazione con reinterro	19
5.3.1	Installazione in trincea.....	19

5.3.2	Installazione in rilevato	19
5.3.3	Sella d'appoggio	19
5.3.4	Condizioni d'appoggio.....	20
5.3.5	Posizionamento	20
5.3.6	Allineamento in opera	20
5.4	Guarnizioni.....	20
5.5	Giunzioni	21
5.6	Reinterro	21
6.	TUBAZIONI IN P.V.C.....	21
6.1	Caratteristiche	21
6.1.1	Caratteristiche generali del P.V.C.....	21
6.1.2	Resistenza chimica dei tubi e dei raccordi di P.V.C. rigido.....	21
6.1.3	Pressione di collasso.	21
6.2	Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi.....	22
6.2.1	Trasporto	22
6.2.2	Carico e scarico.....	22
6.2.3	Accatastamento	22
6.2.4	Raccordi ed accessori	23
6.3	Posa in opera	23
6.4	Tipi di giunzione	23
6.4.1	Generalità	23
6.4.2	Giunzioni di tipo rigido	23
6.4.3	Giunzioni di tipo elastico	23
6.4.4	Esecuzione delle giunzioni.....	24
6.5	Raccordi e collegamenti speciali	24
6.6	Collaudo	24
6.6.1	Generalità	24
6.6.2	Deformazione diametrale.....	24
6.6.3	Tenuta idraulica	25
6.6.4	Prova di tenuta per pozzetti.....	25
7.	MANUFATTI PREFABBRICATI PER COLLETTORI CIRCOLARI E PER POZZETTI, IN CLS VIBRATO ANCHE ARMATO	25

1. FONDAZIONI STRADALI

1.1 Descrizione

Le fondazioni stradali saranno costituite da misto granulare anidro di cava o di fiume. Esso sarà costituito da elementi litoidi assolutamente scevri di sostanze organiche e con minime quantità di materiali limosi o argillosi.

1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

La dimensione massima dei grani non potrà essere superiore alla metà dello spessore compresso dello strato di fondazione ed, in ogni caso, non sarà mai superiore a mm 120.

La granulometria del misto granulare impiegato dovrà rientrare nelle seguenti prescrizioni, accertabili mediante analisi granulometrica eseguita a mezzo della serie di crivelli UNI 2334 e di setacci UNI 2332:

CRIVELLI	
m	% passante
91	90 ÷ 100
80	70 ÷ 100
10	35 ÷ 70
5	25 ÷ 55

SETACCI	
m	% passante
2	15 ÷ 40
0,4 2	8 ÷ 25
0,0 75	2 ÷ 10

In caso di contestazione la Direzione Lavori si riserva di richiedere la determinazione dell'indice di portanza C.B.R. che dopo 4 giorni d'imbibizione in acqua eseguito sul materiale passato al crivello di 25 mm deve risultare non minore del 60%.

1.3 Modalità esecutive

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 avere apprezzabile segregazione.

Tale grado di segregazione verrà giudicato prelevando campioni di materiali in posizioni vicine, i quali non dovranno presentare fra loro differenze di contenuto in trattenuto al setaccio da 2 mm di apertura, superiore al 10% in peso.

Il materiale prima del costipamento potrà essere accuratamente umidificato in modo che il contenuto di umidità percentuale non differisca dalla umidità ottima di $\pm 2\%$.

L'umidificazione potrà essere eseguita in sito o direttamente sui mucchi; è peraltro tassativamente prescritto che dopo l'umidificazione segua una accurata miscelazione in sito.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito con idonei mezzi costipanti approvati dalla Direzione Lavori, in modo da raggiungere una densità in sito del 95% della densità secca massima AASHO mod. e contemporaneamente un valore del modulo Me, determinato con piastra da Ø 30 cm, non inferiore a 1000 kg/cm².

Le operazioni suddette saranno sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non garantire la buona riuscita dello strato di stabilizzato.

2. PAVIMENTAZIONI STRADALI BITUMINOSE

2.1 Descrizione

La pavimentazione è la parte del corpo stradale che, in superficie, si trova a diretto contatto con il traffico. Essa deve presentare un basso coefficiente di resistenza al rotolamento, e deve essere

non sdruciolevole, resistente all'usura, praticamente impermeabile e di sufficiente stabilità (resistenza meccanica alle sollecitazioni statiche e dinamiche, senza deformazioni permanenti).

La pavimentazione stradale bituminosa è costituita da alcuni o tutti i seguenti strati:

strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso semi chiuso; strato d'uso in conglomerato bituminoso.

Gli strati da costruire e lo spessore di ciascuno strato sono prescritti nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni, da parte della Direzione Lavori.

2.2 Condizioni generali di accettazione

I materiali per realizzare i vari strati della pavimentazione dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle Leggi e Regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi sottocapitoli; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

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

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

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

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti e laboratori che verranno indicati dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la conservazione.

Nel caso che alcuni materiali da costruzione vengano forniti direttamente dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire i controlli necessari per accertare le loro idoneità all'impiego, rimanendo di conseguenza il solo responsabile circa la qualità dei materiali stessi.

2.3 Preparazione degli impasti

Le miscele saranno confezionate in impianti speciali per la preparazione dei conglomerati bituminosi a caldo approvati dalla Direzione Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela degli aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura e controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle singole categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, al riscaldamento del bitume, alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Per i bitumi solidi la temperatura per l'essiccazione del misto e per il riscaldamento del bitume dovrà essere compreso fra 140° e 180° C.

Per i bitumi liquidi la temperatura di essiccazione del misto deve essere compresa fra 110° e 130° C; riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre 70° C; i bitumi dovranno essere preriscaldati a 70° - 80° C.

Il riscaldamento del bitume deve essere eseguito in ogni caso in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando ogni surriscaldamento locale, e utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi e vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto con il materiale.

Il riscaldamento del bitume e quello della miscela debbono essere regolati in modo che, a miscela avvenuta, per i bitumi solidi la penetrazione del bitume estratto da conglomerato non risulti inferiore a quello iniziale di più del 40%.

Per i bitumi liquidi i riscaldamenti indicati non devono determinare un aumento della viscosità maggiore al 40%.

La quantità del bitume nella miscela non deve risultare differente da quella prefissata di più o meno 1/25.

Per agevolare il raggiungimento della voluta regolarità delle miscele, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un alimentatore meccanico ad almeno quattro comparti di tipo efficiente ed approvato dalla Direzione Lavori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti mediante opportuni vagli e raccolto prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati; uno per l'aggregato fine e due per l'aggregato grosso.

Per la formazione delle miscele si dovrà usare un'impastatrice meccanica di tipo adatto ed approvato dalla Direzione Lavori, che consenta la dosatura e peso di tutti i componenti ed assicuri la perfetta regolarità e l'uniformità degli impasti. La capacità del mescolatore dovrà essere tale da assicurare la formazione di impasti di peso singolarmente non inferiore ai 200 Kg.

Allo scopo di permettere il controllo delle temperature sopra indicate, le caldaie di riscaldamento del bitume dovranno essere munite di efficienti apparecchi di regolazione automatica delle temperature od essere dotate di termometri registratori. Anche le tramogge degli aggregati dovranno essere munite di appositi termometri.

2.4 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento a quanto stabilito precedentemente i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti in seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

2.5 Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materia organica o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

2.6 Leganti idraulici

Dovranno corrispondere ai requisiti delle relative Norme del Consiglio Nazionale delle Ricerche Ed. 1961 delle "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici".

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

2.7 Pietrischi – Pietrischetti – Graniglie – Sabbie – Additivi 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) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

In particolare, l'additivo minerale ("filler") dovrà essere costituito da cemento Portland normale (325) o calce idrata o polvere calcarea di frantoio a struttura amorfa comunque rispondenti alle prescrizioni granulometriche indicate nelle Norme del C.N.R., con esclusione di ogni altro tipo.

2.8 Ghiaie – Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 – Ed. 1945". Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee e non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

2.9 Bitumi solidi e semisolidi – Bitumi liquidi – Emulsioni bituminose

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dal C.N.R. rispettivamente nelle “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali” (Fascicolo n. 3 – Ed. 1958).

2.10 Stesa e posa in opera

Lo spandimento del materiale avverrà a temperatura non inferiore a 120° C in strati di spessore sciolto corrispondenti a 6 + 10 cm di finito (comunque minimo 6 cm).

Se si dovessero mettere in opera spessori superiori a 10 cm finiti, lo spandimento avverrà in due tempi. Lo stendimento del secondo strato sarà preceduto, se ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, da un'accurata pulizia della superficie del primo strato mediante mezzi idonei e dalla stesa, sulla superficie stessa, di un velo continuo di ancoraggio con emulsione bituminosa tipo “E.R. 50” o “E.R. 55” in ragione di 0,4/0,8 Kg per m². Immediatamente farà seguito lo stendimento del secondo strato.

Per i conglomerati contenenti bitume liquido la messa in opera deve avere luogo a temperatura non inferiore a 60° C.

Lo stendimento del conglomerato bituminoso sarà effettuata (salvo nel caso di piccole superfici) a mezzo di macchina automatica spanditrice – finitrice di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa del conglomerato bituminoso dovranno, analogamente a quelle impiegate per la confezione del conglomerato stesso, possedere caratteristiche di precisione di lavoro tali che il controllo umano sia ridotto al minimo.

La stesa del conglomerato bituminoso non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro. Le operazioni di stesa della pavimentazione debbono procedere il più possibile senza interruzioni. La capacità di produzione di conglomerato bituminoso deve essere adeguata ai programmi di esecuzione dei lavori. La velocità di applicazione della stenditrice – finitrice deve essere regolata in base alla capacità di produzione dell'impianto di mescolazione, in modo da garantire la continuità al funzionamento della stenditrice stessa.

La compattazione di ogni strato di conglomerato bituminoso comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, mediante rulli compressori tandem, a rapida inversione di marcia, del peso di 6.000 ÷ 8.000 Kg, iniziando il primo passaggio con la ruota motrice vicino alla stenditrice e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro. L'inversione di marcia deve avvenire senza scosse.

La rullatura iniziale deve cominciare dai bordi a spostarsi gradualmente verso il centro di ciascuna striscia.

Il rullo compressore deve avanzare lentamente, con velocità uniforme (a non più di 2,5 km/ora). Il costipamento sarà ultimato con rullo a tre ruote da 12.000 ÷ 14.000 Kg o con compressore gommato a due assi da 14.000 ÷ 18.000 kg.

In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione fra le superfici di contatto.

I giunti ai margini contro le murature dovranno pure essere spalmati con legante bituminoso e il conglomerato in prossimità dei margini stessi dovrà essere compattato con idonei attrezzi.

I giunti sia longitudinali che trasversali dello strato in conglomerato bituminoso non dovranno risultare in corrispondenza dei giunti dell'eventuale strato sottostante.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di ± 5 mm controllati a mezzo di un regolo di m 5 di lunghezza e disposto su due direzioni ortogonali.

A protezione dei cordoli di delimitazione dovranno essere poste apposite assicelle in legno per evitare che i materiali bituminosi vadano ad imbrattare le facce viste agli stessi.

Analoga cura dovrà essere usata in corrispondenza dei chiusini e delle griglie stradali. Gli spessori contrattuali del manto si intendono sempre riferiti al solo conglomerato bituminoso.

La massima cura dovrà essere posta nell'esecuzione dell'impasto e nella stesa per evitare la formazione di ondulazioni del manto. La formazione delle ondulazioni costituisce ragione sufficiente per richiedere la riparazione ed il rifacimento anche totale delle opere. Gli spessori complessivi del manto non dovranno risultare in nessun punto inferiori a quelli stabiliti.

Ad opera finita la pavimentazione dovrà presentarsi con una superficie ed un profilo perfettamente regolari ed uniformi e non dovranno in alcun modo apparire le giunture delle diverse tratte del pavimento.

3. NORME TECNICHE PARTICOLARI PER I SINGOLI CONGLOMERATI

3.1 Strato di base in misto bitumato

3.1.1 Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di ghiaia e/o pietrisco, sabbia e additivo ("filler"), impastato con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, steso in opera con macchina vibrofinitrice e rullato a fondo. Nella composizione dell'aggregato grosso (totale trattenuto al setaccio di 2 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 40% rispetto al peso dell'intera miscela di aggregati.

3.1.2 Materiali inerti

Le sabbie, ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi litici sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., (Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) e, per le ghiaie, dalla "Tabella UNI 2710 – Ed. 1945".

Aggregato grosso:

l'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaia e/o pietrisco, pietrischetto e graniglia, che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione massima mm 40;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) e poliedrica (pietrischi); comunque non appiattita, allungata o lenticolare;
- coefficiente di frantumazione (secondo la Norma C.N.R., Fascicolo 4 – Ed. 1953) non superiore a 160;
- coefficiente di imbibizione (secondo la Norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953) non superiore a 0,015;
- il materiale non idrofilo (secondo la Norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953).

Per il prelevamento dei campioni dalle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la Norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953 Capo II.

Aggregato fine:

l'aggregato fine sarà costituito da sabbia naturale e/o di frantumazione, e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- materiale non idrofilo (secondo la norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953); la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953 Capo II.

Additivo minerale ("filler"):

- per i requisiti generali e per quelli granulometrici vedasi il punto precedente;
- per quanto riguarda la prescritta natura basica dell'additivo minerale, si dovrà verificare che un campione da g 5 del materiale in esame, immerso in 100 ml di una soluzione acida reagente (costituita, in parti uguali in volume, da acqua ed acido cloridrico concentrato al 37%), viene praticamente tutto attaccato e consumato;

per il prelievo dei campioni si eseguirà la norma C.N.R. Fascicolo 4 – Ed. 1953 Capo II.

3.1.3 Legante

Il legante dovrà essere un bitume rispondente alla norma C.N.R., fascicolo 2 - Ed. 1951.

A discrezione della Direzione Lavori, verrà impiegato un bitume di tipo B 80/100 oppure B 130/150. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla Norma C.N.R., Fascicolo 2 - Ed. 1951, Capo II.

3.1.4 Miscela

La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti validi per uno spessore finito dello strato di base non inferiore a cm 7:

SETAC- CI ASTM	APERTURA MAGLIE (mm)	TOTALE PASSANTE (% in peso)
1 ½"	38,1	100
1 ¼"	31,7	88 – 100
1"	25,4	80 – 92
¾"	19,1	67 – 80
½"	12,7	55 – 68
3/8"	9,52	48 – 60
¼"	6,35	39 – 51
N. 4	4,76	34 – 45
N. 10	2,00	20 – 30
N. 40	0,42	8 – 15
N. 80	0,177	4 – 9
N. 200	0,074	2 – 5

I vuoti intergranulari nella miscela degli aggregati costipata dovranno essere compresi fra 12% e 17% in volume.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 4% ed il 5% riferito al peso secco totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo necessario per ottimizzare (secondo il metodo Marshall di progettazione), le caratteristiche dell'impasto (misto bitumato) entro i limiti di seguito precisati:

- congrua resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza rotture o deformazioni permanenti, le sollecitazioni statiche o dinamiche trasmesse dalle ruote dei veicoli: la stabilità Marshall dell'impasto (secondo la norma ASTM D 1559-65), determinata su provini costipati con 50 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60° C, dovrà risultare di almeno 600 Kg;
- idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente bilanciato fra i due estremi della rigidità e della plasticità; lo scorrimento Marshall dell'impasto (secondo la norma e nelle condizioni come sopra indicate) dovrà risultare compreso fra 2 e 5 mm; in funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti e conseguenti prescrizioni della Direzione Lavori;

- congrua capacità portante: il rapporto stabilità e scorrimento Marshall dovrà risultare almeno 250 per valori della stabilità minori o uguali ad 800 Kg, ed almeno 200 per valori della stabilità maggiori di 800 Kg;
- congruo riempimento parziale con bitume dei vuoti intergranulari della miscela di aggregati costipata; la percentuale dei vuoti riempiti con bitume dovrà risultare compresa fra 65% e 75% in volume; in funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti con seguenti prescrizioni della Direzione Lavori;
- addensamento e compattezza idonei: il contenuto di vuoti residui dei provini Marshall dovrà risultare compreso fra 3% e 8%; la densità (peso specifico apparente) determinata (secondo la succitata pubblicazione dello Asphalt Institute, Appendice II) su tasselli o carote prelevati dallo strato steso in opera, a cilindratura ultimata, non dovrà essere inferiore al 98% della densità dei provini Marshall, ed il contenuto di vuoti residui di tali tasselli o carote dovrà comunque risultare compreso fra 7% e 12%.

3.2 Strato di collegamento in conglomerato bituminoso semichiuso

3.2.1 Descrizione

Lo strato di collegamento o binder è costituito da un conglomerato bituminoso semichiuso, cioè da una miscela ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbia e additivo minerale ("filler") impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con macchina vibrofinitrice e rullata a fondo. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato.

3.2.2 Materiali inerti

I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere costituiti da elementi litici sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., Fascicolo n. 4 Ed. 1953.

Aggregato grosso:

l'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie, tutti provenienti da frantumazione di pietrame, ciottoli o ghiaie che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione massima non superiore ai 2/3 dello spessore finito dello strato di collegamento;
- forma poliedrica a spigoli vivi, comunque non appiattita, allungata o lenticolare;
- coefficiente di frantumazione (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non superiore a 160;
- resistenza a compressione (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non inferiore a 1200 Kg/cm^2 ;
- perdita in peso per decantazione (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953);
- coefficiente di imbibizione (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non superiore a 0,008; questo valore potrà essere elevato fino a max 0,015 purché, nel dosaggio del legante, si tenga conto della maggior capacità di assorbimento dell'aggregato;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (Norma ASTM C 131-66) non superiore al 30%;
- resistenza all'usura (norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non inferiore a 0,6;
- materiale non idrofilo (norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953.), con limitazione allo 0,5% della perdita in peso per scuotimento.
- Qualora l'aggregato grosso risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della Direzione Lavori, essere ugualmente accettato, purché vengano adottati provvedimenti analoghi a quelli indicati precedentemente. Per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953, Capo II.

Aggregato fine:

l'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali e/o di frantumazione, dure, vive, aspre al tatto, pulite ed esenti da polveri e da altri materiali estranei, e dovrà rispondere al seguente requisito: materiale non idrofilo (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953), con limitazione dello 0,5% della perdita di peso per scuotimento; la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

Per il prelievo dei campioni di aggregato fine si seguirà la Norma C.N.R., Fascicolo n. 4, - Ed. 1953, Capo II.

3.2.3 Legante

Il legante dovrà essere un bitume rispondente alla Norma C.N.R., Fascicolo 2, - Ed. 1951. A discrezione della Direzione Lavori, potrà essere impiegato un bitume di tipo B 80/100 o B 60/80.

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla Norma C.N.R., Fascicolo 2, - Ed. 1951, Capo II.

3.2.4 Miscela

La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica (secondo i metodi di analisi ASTM C 136 e D 546) ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti (vedasi anche il fuso granulometrico di cui al grafico allegato 2) validi per uno spessore finito dello strato di collegamento non inferiore a cm 4.

SETAC- CI ASTM	APERTURA MAGLIE (mm)	TOTALE PASSAN- TE (% in peso)
1"	25,4	100
¾"	19,1	82 – 100
½"	12,7	65 – 80
3/8"	9,52	55 – 70
¼"	6,35	45 – 59
N. 4	4,76	39 – 52
N. 10	2,00	25 – 35
N. 40	0,42	9 – 16
N. 80	0,177	5 – 10
N. 200	0,074	3 – 6

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 5% ed il 6,5% riferito al peso secco totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo necessario per ottimizzare (secondo il metodo Marshall di progettazione, di cui alla succitata pubblicazione dello Asphalt Institute) le caratteristiche dell'impasto (conglomerato bituminoso semichiuso) entro i limiti di seguito precisati:

- elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza rotture o deformazioni permanenti, le sollecitazioni statiche trasmesse dalle ruote dei veicoli: la stabilità Marshall (secondo la norma ASTM D 1559-65), determinata su provini costipati con 50 colpi su ciascuna faccia e confezionati a 60° C, dovrà risultare di almeno 700 Kg;
- idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente bilanciato fra i due estremi della rigidità e della plasticità: lo scorrimento Marshall dell'impasto (secondo la norma e nelle condizioni come sopra indicate) dovrà essere compreso fra i 2 e i 4 millimetri;
- elevata capacità portante: il rapporto fra stabilità e scorrimento dovrà risultare almeno 300 per valori della stabilità minori o uguali a 1.000 Kg, ed almeno 250 per valori della stabilità maggiori di 1.000 Kg;

- insensibilità a contatto dell'acqua: la stabilità Marshall misurata dopo 14 giorni di immersione dei provini in acqua distillata, a temperatura ambiente, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale;
- addensamento e compattezza idonei: il contenuto di vuoti residuo dei provini Marshall dovrà risultare compreso tra 3% e 6%; la densità (peso specifico apparente) determinata su tasselli o carote prelevati dallo strato steso in opera, a cilindatura ultimata, non dovrà essere inferiore al 98% della densità dei provini Marshall, ed il contenuto di vuoti residui di tali tasselli o carote dovrà comunque risultare compreso tra 4% e 7%.

3.3 Manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso

3.3.1. Descrizione

Il manto di usura è costituito da un conglomerato bituminoso chiuso (calcestruzzo bituminoso) cioè da una miscela molto ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler") impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con macchina vibrofinitrice e rullata a fondo.

Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato.

3.3.2 Materiali inerti

I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere costituiti da elementi litici sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953.

Aggregato grosso.

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie – tutti provenienti da frantumazione di pietrame, ciottoli o ghiaie – che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione massima non superiore al 50% dello spessore finito del manto;
- forma poliedrica a spigoli vivi, comunque non appiattita, allungata o lenticolare;
- coefficiente di frantumazione (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non superiore a 120;
- resistenza a compressione (Norma C.N.R. Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non inferiore a 1400 Kg/cm²;
- resistenza all'usura (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non inferiore a 0,08;
- materiale non idrofilo (Norma C.N.R. Fascicolo n. 4 – Ed. 1953), con limitazione allo 0,5% della perdita in peso per scuotimento.

Per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953, Capo II.

Aggregato fine:

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali e/o di frantumazione, molto ben graduate, dure, vive, aspre al tatto, pulite ed esenti da polveri e da altri materiali estranei, e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso per decantazione (Norma C.N.R. Fascicolo n. 4 – Ed. 1953) non superiore a 2%;
- materiale non idrofilo (Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 – Ed. 1953), con limitazione dello 0,5% della perdita di peso per scuotimento; la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

Per il prelievo dei campioni di aggregato fine si seguirà la Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 - Ed. 1953, Capo II.

Additivo minerale ("filler"):

per quanto riguarda la prescritta natura basica (calcarea) dell'additivo minerale, si dovrà verificare che un campione da g. 5 del materiale in esame, immerso in 100 ml di una soluzione acida reagente (costituita, in parti uguali in volume, da acqua ed acido cloridrico concentrato al 37%), venga praticamente tutta attaccata e consumata.

Per il prelevamento dei campioni si seguirà la Norma C.N.R., Fascicolo n. 4 - Ed. 1953, Capo II.

3.3.3 Legante

Il legante dovrà essere un bitume rispondente alla Norma C.N.R., Fascicolo 2 - Ed. 1951.

Salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, sarà impiegato un bitume di tipo B 60/80.

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla Norma C.N.R., Fascicolo 2 - Ed. 1951, Capo II.

3.3.4 Miscela

La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti validi per uno spessore finito dello strato di collegamento non inferiore a cm 3.

SETACCI ASTM	APERTURA (mm)	MAGLIE	TOTALE PASSANTE (% in peso)
1/2"	12,7		100
3/8"	9,52		82 – 100
1/4"	6,35		66 – 82
N. 4	4,76		58 – 72
N. 10	2,00		40 – 50
N. 40	0,42		17 – 25
N. 80	0,177		10 – 16
N. 200	0,074		6 – 9

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 6% ed il 7% riferito al peso secco totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo necessario per ottimizzare le caratteristiche dell'impasto (conglomerato bituminoso chiuso) entro i limiti di seguito precisati:

- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza rotture o deformazioni permanenti, le sollecitazioni statiche trasmesse dalle ruote dei veicoli: la stabilità Marshall dell'impasto, determinata su provini costipati con 75 colpi su ciascuna faccia e confezionati a 60° C, dovrà risultare di almeno 800 Kg;
- idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente bilanciato fra i due estremi della rigidità e della plasticità: lo scorrimento Marshall dell'impasto (secondo la norma e nelle condizioni come sopra indicate) dovrà essere compreso fra i 2 e i 4 millimetri;
- congruo riempimento parziale con bitume dei valori intergranulari della miscela di aggregati costipata: la percentuale dei vuoti riempiti con bitume dovrà risultare compresa fra 75% e 82% in volume;
- addensamento e compattezza idonei: il contenuto di vuoti residui dei provini Marshall dovrà risultare compreso tra 2% e 5%; la densità (peso specifico apparente) determinata su tasselli o carote prelevati dallo strato steso in opera, a cilindratura ultimata, non dovrà essere inferiore al 98% della densità dei provini Marshall, ed il contenuto di vuoti residui di tali tasselli o carote dovrà comunque risultare compreso tra 3% e 6%.

3.4 Conglomerati bituminosi a freddo

3.4.1 Descrizione

I conglomerati bituminosi stoccabili da applicare a freddo, saranno costituiti da due tipi di miscela per quanto riguarda l'aggregato, la prima da semplice graniglia, la seconda da graniglia miscelata con sabbia.

L'impasto sarà eseguito con l'impiego di leganti liquidi (bitumi flussati) con aggiunta di dopes di adesione tra aggregato e legante, sì da conseguire una perfetta adesione, anche in presenza di umidità, nelle stagioni climatologicamente avverse ed a bassa temperatura di lavoro.

3.4.2 Materiali aggregati lapidei

Si impiegheranno aggregati rispondenti alle Norme C.N.R. con requisiti fisico – meccanici conformi a quelli già prescritti per gli aggregati da impiegarsi nell'esecuzione dello strato di collegamento, con le granulometrie in seguito specificate.

3.4.3 Legante

Sarà impiegato un bitume liquido avente una viscosità 25/75 S.T.V. a 25° C s proveniente dal flusso di bitume di penetrazione 80/100 con aggiunta di idonea quantità di solvente.

3.4.4 Dopes di adesività

Tali materiali saranno impiegati nel pretrattamento degli aggregati lapidei o durante la confezione degli impasti. Detti dopes dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- aspetto visivo: liquido bruno scuro dispersibile in acqua;
- natura chimica: sali di diamina (sale di amine di sego o similari);
- viscosità a 25° C 3,58° E;
- densità a 25° C 0,970;
- percentuale d'acqua 0,5;
- percentuale di sali amminici 50%.

3.4.5 Composizione delle miscele

Saranno, di due tipi:

Tipo 1)	graniglia 2/3 mm	96%	in peso
	bitume	4%	in peso
	dopes di adesività	0,08	in peso
Tipo 2)	graniglia 2/10 mm	75/85%	in peso
	sabbia (passante al setaccio)	10/20%	in peso
	legante	4,5/5%	in peso
	dopes di adesività	0,1%	in peso

3.4.6 Confezione degli impasti

Con l'impiego di leganti liquidi, gli aggregati dovranno essere riscaldati ad una temperatura non inferiore ai 50° C e non superiore agli 80° C ad evitare la volatilizzazione del dopes e dei solventi.

Il legante dovrà essere riscaldato ad una temperatura compresa fra i 70° C e gli 80° C.

Dopo l'introduzione dell'inerte nel mescolatore alla temperatura richiesta, lo stesso sarà spruzzato, mediante apposite apparecchiature munite di pompe dosatrici, del dopes di adesione e infine spruzzato del legante.

3.4.7 Stesa in opera

E' richiesta la perfetta pulizia del piano viabile e la successiva spruzzatura con emulsione bituminosa al 55% (0,700 Lg/m³) prima della stesa dell'impasto con successiva rullatura previo ricarico nelle zone irregolari o da risagomare.

La lavorabilità del conglomerato a freddo non dovrà essere inferiore ai 50 giorni, mentre i cumuli di stoccaggio non dovranno avere dimensioni inferiori a 1 m³ da immagazzinare in luogo chiuso o indifferentemente all'aperto esposti alle intemperie.

4. TUBI CIRCOLARI TURBOCOMPRESSI IN C.A.

4.1 Materiali

4.1.1 Generalità

Le tubazioni circolari in c.a. contemplate in progetto sono del tipo "Turbocompresse", (altrimenti dette "turbocentrifugate" oppure "a compressione radiale") perché vengono formate da un pistone rotante che, girando ad alta velocità e salendo lentamente, comprime il calcestruzzo contro il cassero.

Le tubazioni ad oggetto adottano tipologia di incastro a bicchiere.

Sono costituite da pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armate con gabbia elettrosaldata in acciaio Fe B 44 K (singola o doppia), costituita da un filo continuo avvolto a spirale su barre longitudinali, con diametri e passi variabili in funzione del diametro dei tubi e delle prestazioni di resistenza richieste.

La tipologia delle tubazioni varia secondo la presenza o meno (1^a classe) delle armature della loro tipologia di resistenza (2^a o 3^a classe), e secondo il tipo di rivestimento poliuretanico applicato sui tubi.

4.1.2 Fabbricazione

I tubi dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.

I tubi di calcestruzzo armato rinforzato con fibre di acciaio dovranno essere conformi alle norme UNI U73.04.096.0 e/o pr. EN 1916.

I tubi contemplati saranno prodotti mediante "turbocompressore", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni con l'utilizzo di materie prime rispondenti alle qualità prescritte.

4.1.3 Prestazioni relative alla resistenza

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento della condotta, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc., secondo il coefficiente di posa previsto e risultante dalle seguenti situazioni:

- tubi interrati con ricoprimento variabile da 0,80 a 3,00 m e sottostanti a strade di prima categoria;
- -pressione nominale interna massima kg 0,5/cm².

4.2 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

4.2.1 Cemento

Il cemento deve essere conforme a quanto nelle Normative Nazionali, trasposte dalle Norme Europee. Dovrà essere impiegato il tipo UNI ENV 197/1 tipo IIA - L/42,5 R.

4.2.2 Inerti

Gli inerti devono essere costituiti da materiali conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essi non devono contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

4.2.3 Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essa non dovrà contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

4.2.4 Additivi d'impasto e altre aggiunte

Gli additivi d'impasto ed altre eventuali aggiunte devono essere conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Esse non dovranno contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

4.2.5 Acciaio per armature

L'acciaio per armature deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. In assenza di queste, ci si deve riferire alle norme ISO 10544. I tondini di armatura possono essere lisci, ad aderenza migliorata o con nervature, e devono essere saldabili. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. Le caratteristiche dell'acciaio, comunque, dovranno essere:

Resistenza a snervamento	—	4.400 kg/cm ²
Resistenza a rottura	—	7.200 kg/cm ²
Modulo elastico	—	2.100.000 kg/cm ²

4.2.6 Guarnizioni di tenuta

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanica. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, botadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa Italiana UNI 4920 o DIN 4060 trasposte dalle norme EN 681-1.

I giunti per tubi di calcestruzzo precompresso, devono in ogni caso rispettare le prescrizioni dell'appendice B della UNI EN 642.

Il produttore dovrà certificare la sicurezza della tenuta idraulica del giunto.

4.2.7 Calcestruzzo

Il calcestruzzo costituente le pareti dei tubi ed i profili di giunzione deve essere compatto ed omogeneo e dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 febbraio 1992 e D.M. 9 gennaio 1996. La resistenza caratteristica a compressione f_{chk} deve essere certificata dal produttore e non deve essere comunque inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq).

4.3 Tubi

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le relative certificazioni, in particolare, prima della posa, si dovrà verificare l'integrità dei tubi stessi con particolare attenzione al bicchiere ed all'estremità, affinché possa essere realizzata una giunzione a regola d'arte.

4.3.1 Finitura

La superficie di ogni elemento deve essere priva di imperfezioni che possano influire negativamente sull'integrità strutturale o idraulica, o possano ridurre la durabilità.

4.3.2 Caratteristiche geometriche

Sono oggetto di questo punto il diametro interno, lo spessore di parete, la lunghezza effettiva interna e le caratteristiche geometriche dei profili di giunzione, che devono essere conformi alla documentazione di fabbrica ed alle caratteristiche richieste.

Lo spessore di parete misurato al cervello del tubo, (S_2), non deve risultare minore del 95% del valore riportato nella documentazione di fabbrica. La lunghezza dei tubi dovrà essere conforme ai valori riportati nella documentazione di produzione.

Le tolleranze ammissibili sulla lunghezza utile potranno essere uguali a ± 25 mm.

4.3.3 Armatura

L'armatura dei tubi deve corrispondere alla opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa delle tubazioni (prospetto tipologie di posa estratto alla norma DIN 4033).

4.3.4 Rivestimenti

Al fine di migliorare la resistenza all'abrasione ed all'aggressione chimica delle acque reflue, la superficie interna viene rivestita con vernici epossibituminose o epossicatramose, inoltre le tubazioni di calcestruzzo armato possono essere rivestite internamente in vetroresina o in resina poliuretanica dello spessore medio-nominale di 6 mm.

Il rivestimento interno di ogni singolo tubo ed il rivestimento delle due parti dell'incastro (giunto maschio e giunto femmina), dovrà essere eseguito per iniezione ad una pressione non inferiore a 130 bar in soluzione unica.

Tutto il rivestimento poliuretanico all'interno dovrà essere, al tatto e visivamente, perfettamente liscio senza abrasioni, ondulazioni od asperità di alcun genere, e dovrà garantire il passaggio di liquidi fino ad una temperatura di 80°C e la resina utilizzata dovrà garantire una durezza standard del rivestimento pari a 70 ± 10 Shore D.

Eventuali imperfezioni non potranno superare 1 mm.

Il rivestimento del tubo di calcestruzzo avviene come di seguito indicato mediante:

- uno strato di vernice bituminosa applicata a freddo (primer);
- uno strato di mastice bituminoso applicato a caldo di spessore non inferiore a 2,5 mm;
- una fasciatura continua di tessuto reticolare di vetro;
- uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo che incorpora completamente il tessuto di vetro

Per i tubi rivestiti interamente e/o sui giunti con resina poliuretanica, lo spessore medio-nominale del rivestimento stesso sarà di 6 millimetri. Il rivestimento di ogni singolo elemento ed il rivestimento delle due parti dell'incastro (giunto maschio e giunto femmina) dovrà essere eseguito in unica colata mediante iniezione ad una pressione non inferiore a 130 bar.

Tutto il rivestimento poliuretanico dovrà essere, al tatto e visivamente, perfettamente liscio e senza ondulazioni od asperità di alcun genere e dovrà garantire il passaggio di liquidi fino ad una temperatura di 80 °C

La resina utilizzata dovrà garantire una durezza standard del rivestimento pari a 70 ± 10 shore (scala durometrica D).

Eventuali imperfezioni sulla sfericità degli incastri non potranno superare 1 millimetro di ovalizzazione

La resina dovrà garantire resistenza all'abrasione con un'elevata resistenza agli agenti chimici e batteriologici aggressivi presenti negli scarichi fognari, ed offrire ottima velocità di fluidi ivi convogliati (scabrezza della superficie secondo Prandtl - Colebrook = 0,01).

4.4 Prestazioni tecniche

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare le tubazioni, sono essenzialmente di due tipi:

- 1.resistenza meccanica
- 2.impermeabilità

4.4.1 Resistenza meccanica

Il tubo deve sopportare un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata F_H , espresso in KN/m secondo i valori sotto riportati:

- Classe di resistenza a rottura ≥ 100 kN/m
- Classe di resistenza a rottura ≥ 150 kN/m

4.4.2 Impermeabilità – tenuta

Sui tubi normali senza rivestimenti poliuretanici sono ammesse prove di impermeabilità esclusivamente sulla parete dei tubi stessi.

Sui tubi con rivestimenti poliuretanici le prove di impermeabilità all'acqua possono essere effettuate anche sui giunti.

La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse dei tubi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 m di colonna d'acqua) per tutti i tubi.

I tubi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita; l'umidità aderente alla superficie o la formazione di singole gocce sono ammesse, così come descritto nelle modalità di prova.

5. POSA IN OPERA DI TUBI TURBOCOMPRESSI IN C.A.

5.1 Scavo e preparazione della trincea

Tutti gli scavi con pareti laterali, verticali o subverticali di profondità uguale o superiore a un metro e mezzo, devono essere munite di pareti provvisorie di rinfilanco, eseguite secondo le regole dell'arte, opportunamente strutturate o irrigidite e provviste di puntoni di contrasto colleganti tra due pareti opposte, il tutto adatto a contenere la spinta del terreno.

Soltanto nei casi in cui l'inclinazione delle pareti è tale da garantire la stabilità per aderenza del terreno, anche in condizioni meteoriche avverse, si può eseguire lo scavo senza pareti interne di sostegno, il tutto in conformità alle norme di sicurezza vigenti. Il materiale di sterro deve essere accumulato linearmente lungo un bordo dello scavo in modo che l'inizio del cumulo si trovi, in ogni caso (ma soprattutto nelle trincee senza parete di sostegno) ad una distanza dai bordi della fossa almeno pari alla metà della profondità di scavo.

Nel caso in cui si manifesti l'accumulo di acque (meteoriche o di altra provenienza) sul fondo dello scavo, l'installatore deve provvedere alla messa in opera di dispositivi di drenaggio tali da garantire il prosciugamento della fossa di scavo.

Per la posa in rilievo sono necessari lo scotico, ripulitura e spianatura del terreno naturale con successivo ricoprimento di materiale di riporto. La larghezza della trincea deve permettere le lavorazioni in sicurezza lungo la condotta.

In tutti i casi deve essere previsto adeguato spazio tra tubazione e parete di scavo, in modo che siano assolutamente garantite la penetrazione e la costipazione del materiale di reinterro.

5.2 Scarico e stoccaggio sul luogo

5.2.1 Attrezzature per la movimentazione e lo scarico

Le operazioni di scarico e stoccaggio devono essere eseguite nel rispetto del D.M. 12-12-1985.

Le attrezzature per la movimentazione e lo scarico sono di competenza dell'impresa costruttrice e devono assicurare il rispetto del piano di sicurezza allegato al progetto. Le operazioni di scarico

co dei tubi da mezzi di trasporto non devono provocare urti al manufatto; in particolare non devono danneggiare le zone di estremità che sono d'importanza fondamentale per la tenuta finale della condotta in opera.

I mezzi di sollevamento e movimentazione devono essere verificati dal responsabile di cantiere in funzione del peso dei tubi e dei piani di sicurezza previsti. È consigliabile usare pinze o altri mezzi idonei evitando il dispositivo del foro di sollevamento.

5.2.2 Deposito sul luogo d'opera

Il committente dovrà assicurarsi che le misure e le caratteristiche dei tubi e degli altri elementi siano conformi alle specifiche del contratto d'appalto e alle indicazioni del produttore.

I tubi di piccole dimensioni possono essere disposti in cataste analogamente a quanto avviene nello stoccaggio in stabilimento.

Per i tubi di dimensioni medio-grandi è più conveniente la disposizione "elemento per elemento" allineati lungo il bordo libero dello scavo ed in vicinanza della loro posizione definitiva.

5.3 Installazione con reinterro

L'installazione con reinterro deve essere eseguita nel rispetto del D.M. 12-12-1985, art. 3.6.

La posa verrà effettuata previa preparazione adeguata del letto di posa perfettamente lineare e compatto al fine di creare un appoggio uniforme della parte inferiore del condotto.

La capacità portante della condotta è fortemente influenzata dalla preparazione del letto di posa.

5.3.1 Installazione in trincea

Si definisce "installazione in trincea" la collocazione di una tubazione posata sul fondo di uno scavo (trincea), realizzato nel terreno. Il reinterro dovrà essere eseguito con materiale idoneo e compattato, in modo che il valore del carico esercitato dal materiale di riporto sulla tubazione venga parzialmente ridotto dalle forze d'attrito laterali esercitate dalle pareti della trincea.

Ordinariamente la profondità del reinterro minima ammissibile vale: $H_{\min} = 1,2 \times DN$ (mm).

Non sono ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

In caso di necessità che giustifichi reinterri minori dovrà essere realizzato un rinfilanco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche dovranno essere determinate dal progettista della condotta.

5.3.2 Installazione in rilevato

Si definisce "installazione in rilevato" (o in terrapieno) la collocazione di una tubazione posata su un piano di terreno naturale (dopo scotico, ripulitura e spianatura) e successivamente ricoperta con materiale di riporto. Il carico esercitato dal materiale di riporto non viene ridotto dalle forze d'attrito esercitate dalle pareti della trincea, ma grava integralmente sulla tubazione.

5.3.3 Sella d'appoggio

Per i tubi a sezione esterna circolare si hanno due casi fondamentali:

1° CASO - Si caratterizza per l'appoggio continuo su una sella di calcestruzzo (semplice o armato) che abbraccia la parte inferiore del tubo per un angolo β non inferiore a 90° . Nel caso di sella preformata (impiegabili per grandi tubi senza banchiere) bisogna porre attenzione all'accoppiamento delle curvature. L'appoggio si attua con l'interposizione di uno strato sottile di malta cementizia, previo inumidimento della superficie esterna dei tubi.

2° CASO (Trincea stretta) - Si caratterizza per l'appoggio continuo di un solco longitudinale sagomato a sella cilindrica di angolo al centro predeterminato non inferiore a 90° praticato nel terreno naturale con interposizione di uno strato di sabbia e ghiaietto costipato (misto granulare) di spessore uniforme non inferiore alla parete del tubo.

5.3.4 Condizioni d'appoggio

Qualunque sia il tipo di appoggio devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- la superficie di appoggio deve essere preparata in modo da adattarsi il più possibile alla superficie esterna del tubo, comprese le sagomature dei bicchieri, su tutta la lunghezza dell'elemento, e per la larghezza definita dall'angolo di sella previsto dal progetto;
- non sono ammesse pertanto zone vuote, o cavità, o grandi bolle affioranti sulla superficie di contatto. Quando la superficie di appoggio sia di materiale costipato (misto granulare), se ne deve curare particolarmente la buona ed uniforme compattazione;
- non sono ammessi, sulla superficie di appoggio, elementi lapidei (o di altra natura) di granulometria superiore a quella massima caratteristica del misto granulare.

Qualora il riempimento dello strato sottostante sia già giunto ad un punto tale da non far temere spostamenti accidentali dei tubi, potranno essere estratti, dopo l'operazione di allineamento, eventuali zeppe o cunei utilizzati per facilitare il posizionamento degli elementi.

5.3.5 Posizionamento

In genere i requisiti necessari al sistema di movimentazione dei tubi nella fase di posizionamento sono:

- sicurezza per il personale operativo;
- garanzia di non danneggiare il manufatto;
- semplicità d'uso;
- precisione nel mantenimento della posizione del tubo.

Il sollevamento deve essere effettuato con mezzi idonei certificati ai sensi del D. Lgs. 81/2008.

La descrizione del sistema di movimentazione e sollevamento deve essere contenuta nel progetto e nel piano di sicurezza approvato in sede contrattuale. Il controllo della corretta esecuzione delle relative prescrizioni è demandato al Direttore dei Lavori.

Non è ammessa l'utilizzazione di tubi con foro di imbragatura praticato nella parete che, pur offrendo un'agevole soluzione operativa, necessita di una sigillatura successiva che mette a rischio la tenuta della condotta nel tempo.

Tutti i mezzi di sollevamento devono soddisfare le prescrizioni della Normativa. Il loro impiego deve essere conforme ai piani di sicurezza redatti.

5.3.6 Allineamento in opera

Il tracciato topografico dell'opera deve essere eseguito con i mezzi ordinari (picchetti, stadie, aste, livello, tacheometro, laser) e secondo le regole dell'arte prima e durante i lavori.

In ogni caso, la posizione finale dei tubi deve essere verificata, e se del caso corretta, per ogni elemento durante la posa in opera e la giunzione. Deve essere eseguito, durante queste operazioni, un allineamento preliminare, inserendo e costipando gradualmente del misto granulare, fino a raggiungere il posizionamento corretto definitivo.

La verifica dell'allineamento definitivo può essere condotta per gruppi di tubi, utilizzando sia metodi a traguardo ottico che sistemi a raggio laser che permettono di operare con sicurezza e per distanze rilevanti.

La verifica dell'allineamento e della pendenza deve essere condotta con particolare accuratezza anche nelle prime fasi del reinterro in cui, per effetto della costipazione meccanica, è possibile che si verifichi qualche spostamento dei tubi dalla loro posizione iniziale.

5.4 Guarnizioni

Gli anelli di guarnizione sono forniti dal fabbricante dei tubi che è tenuto a consegnare le prescrizioni necessarie per il loro montaggio e le indicazioni relative al lubrificante da impiegare ed al suo modo d'uso.

La conservazione degli anelli e dei lubrificanti deve prevedersi in luogo protetto e relativamente fresco. In nessun caso le guarnizioni devono essere, per lungo tempo, esposte alle intemperie ed in particolare alla irradiazione solare diretta.

5.5 Giunzioni

L'operazione di giunzione dei tubi consiste nell'accostamento del manufatto alla linea di elementi già posizionati e nell'inserzione dell'incastro "*maschio*" di uno dei tubi nella "*femmina*" dell'altro.

Per un buon accoppiamento fra maschio e femmina è necessario che siano rispettate le tolleranze in funzione del giunto impiegato e del diametro del tubo.

Il Produttore deve certificare la sicurezza della tenuta del giunto.

Per ottenere il risultato occorre applicare al tubo da connettere una forza di spinta in senso assiale, andata a vincere l'attrito del tubo sul terreno, e la resistenza allo schiacciamento della guarnizione, che può essere rilevante, nonostante la presenza del lubrificante interposto.

5.6 Reinterro

Per altezze elevate di scavo, particolare importanza assumono le operazioni di reinterro. Il reinterro deve essere eseguito con materiale granulare omogeneo, anche proveniente dagli scavi purché liberato dalle pietre di dimensioni superiori alla parete del tubo (e comunque inferiori a 50 mm), dai materiali organici o da elementi estranei alla natura del terreno.

Il reinterro deve avvenire di norma mediante la compattazione a strati orizzontali del materiale di riempimento di spessore compreso tra 250 e 300 mm.

Per il reinterro ordinario si deve in ogni caso tener presente quanto segue:

- il reinterro deve presentarsi privo di vuoti macroscopicamente visibili;
- lo strato di superficie deve garantire nel tempo una portata uguale a quella preesistente ai lavori;
- resta comunque facoltà della Direzione Lavori, eseguiti gli accertamenti iniziali sul tracciato e prima dell'inizio delle opere, prescrivere, se del caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il materiale di reinterro deve appartenere ai gruppi A1, A2, A3 della classificazione CN R UNI 10006.

6 TUBAZIONI IN PVC

6.1 Caratteristiche

6.1.1 Caratteristiche generali del P.V.C.

Le caratteristiche più significative della mescolanza a base di P.V.C. opportunamente miscelato con altri ingredienti, stabilizzanti, cariche e lubrificanti per tubi rigidi estrusi per fognature e scarichi interrati sono dettate dalle norme di prodotto UNI EN 1401-1, UNI ENV 1401-2, ENV 1401-3.

6.1.2 Resistenza chimica dei tubi e dei raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato)

La resistenza chimica delle tubazioni in PVC rigido dovrà essere conforme alle norme UNI ISO/TR vigenti.

6.1.3 Pressione di collasso

Un tubo caratterizzato da pareti mobili molto sottili, invece che per sovratensione o per eccessiva deformazione diametrale, si può rompere anche per collasso. Per gli spessori previsti per i tipi UNI 303/1 ed UNI 303/2 il collasso però non è pericoloso. Il valore 5% imposto alla deformazione è il vincolo più limitato.

6.2 Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

6.2.1 Trasporto

Nel trasporto, bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione, se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

È buona norma nel caricare mezzi di trasporto, procedere ad adagiare prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, è buona norma che i tubi non sporgano più di un metro dal piano di carico.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno.

Ciò potrebbe infatti provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

6.2.2 Carico e scarico

Queste operazioni, come del resto deve avvenire per tutti i materiali, devono essere effettuate con grande cura.

I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Se non si seguono queste raccomandazioni è possibile, specialmente alle basse temperature della stagione invernale, provocare rotture o fessurazioni.

6.2.3 Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superficie piane, prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti.

In questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore.

Nel cantiere dove la temperatura ambiente può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro.

Ciò infatti provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con maggior cautela.

6.2.4 Raccordi ed accessori

Vengono in genere forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi, si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

6.3 Posa in opera

In sede di progetto esecutivo si dovrà procedere alla scelta del tipo di scavo e relativa posa.

6.4 Tipi di giunzione

6.4.1 Generalità

I tubi ed i raccordi in PVC possono essere uniti tra loro mediante sistemi di tipo rigido:

- a) con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso da incollare;
- b) con manicotto a doppio bicchiere;

di tipo elastico:

- a) con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso, a tenuta mediante guarnizione elastomerica;
- b) con manicotti a doppio bicchiere a tenuta mediante guarnizione elastomerica.

I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione a intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

I manicotti saranno preferibilmente di PVC rigido. Essi possono avere, o non, un arresto anulare interno nella parte centrale. *[L'assenza di tale dispositivo consente l'inserimento nella canalizzazione di nuove derivazioni e l'esecuzione di eventuali riparazioni].*

6.4.2 Giunzioni di tipo rigido

Andranno osservate le seguenti prescrizioni:

- eliminare le bave nella zona di giunzione;
- eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliata di grana media;
- completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente, stendendo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione per almeno 10 secondi;
- asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
- attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- effettuare le prove di collaudo solo quando siano trascorse al meno 24 ore.

6.4.3 Giunzioni di tipo elastico

Andranno osservate le seguenti indicazioni:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta.

- Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponata, ecc.)
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede.

La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;

- le prove di collaudo possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

6.4.4 Esecuzione delle giunzioni

Il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa.

L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere (per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica), deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dal produttore (normalmente 15°), mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

6.5 Raccordi e collegamenti speciali

La dimensione e la loro caratteristica sono definite dalle norme UNI 1401-1.

[Da notare che l'uso delle curve a 87° 30' è limitato all'allacciamento di tubazioni poste perpendicolarmente tra loro su un piano verticale.

Per ottenere una curva a 90° su un piano orizzontale conviene utilizzare due curve a 45°, interponendo tra esse uno spezzone di tubo. Si ottiene così un adeguato raggio di curvatura].

6.6 Collaudo

Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiori a m 0,50 circa.

6.6.1 Generalità

Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

- 1) la deformazione diametrale;
- 2) che la perfetta tenuta idraulica della tubazione, in accordo con quanto previsto dal Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 12-12-1985

Le condizioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Le prove suddette devono essere opportunamente programmate ed effettuate con il progredire dei lavori di posa della canalizzazione, a discrezione della Direzione dei Lavori.

6.6.2 Deformazione diametrale

La deformazione diametrale deve essere inferiore ai valori riportati nella seguente Tabella.

Tali valori sono consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono), o mediante strumenti ottici (telecamere). Da questo collaudo sono escluse generalmente, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Nei casi in cui si presentano dei valori di deformazione superiori a quanto stabilito, si raccomanda di esaminare l'eventuale causa. Essa potrebbe essere dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento disuguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale) e qualora si possa dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata, tale deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, non deve superare 1,25 volte le deformazioni massime precedentemente indicate.

DEFORMAZIONE DIAMETRALE		
Tipo	Deformazione diametrale - D/D	
	dopo 1 - 3 mesi	dopo 2 anni
UNI		
303/1	5% valore medio	
10% valore max	8% max locale	10% valore max
303/2	5% max	8% valore max
8% valore max		

6.6.3 Tenuta idraulica

La tubazione, alle due estremità, verrà chiusa con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria, curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria. Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo), sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forte pendenza, può essere necessario effettuare la prova per sezioni, onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente collaudata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

6.6.4 Prova di tenuta per pozzetti

In questo caso la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi.

La variazione di livello non deve essere superiore a 5%.

7. MANUFATTI PREFABBRICATI PER COLLETTORI CIRCOLARI E PER POZZETTI CADITOIE IN CALCESTRUZZO VIBRATO ANCHE ARMATO

La costruzione di manufatti in calcestruzzo vibrato armato, prefabbricati in serie e previsti in progetto e che assolvono alle funzioni idrauliche e caratteristiche indicate nel presente articolo, è soggetta in linea generale alla preventiva comunicazione alla Direzione Lavori, alla quale l'appaltatore con apposita documentazione dovrà:

- indicare i metodi ed i procedimenti costruttivi e le caratteristiche dei materiali impiegati per le strutture prefabbricate;
- descrivere ciascun tipo di struttura, fornendo i calcoli relativi e documentando il comportamento sotto carico fino a fessurazioni e rottura e indicare i risultati delle prove eseguite presso laboratori ufficiali.

I manufatti non rispondenti alle caratteristiche sopra specificate non verranno accettati.

Il trasporto verrà eseguito con mezzi idonei, tali da garantire la perfetta conservazione dei manufatti.

La posa in opera avverrà in conformità dei tracciati di progetto con particolare rispetto alle quote dei profili.

La posizione delle selle di immissione (mediamente ogni 10 m) sarà stabilita all'atto esecutivo in accordo

Per quanto riguarda i pozzetti prefabbricati dovranno avere prima del loro impiego l'approvazione della Direzione Lavori, per la posizione di posa verranno rispettate quelle di progetto.