

Milano



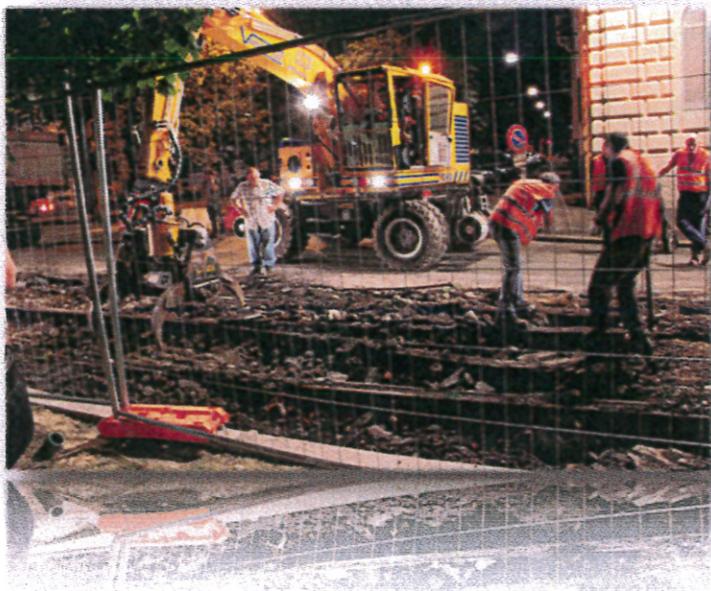
Comune  
di Milano

DIREZIONE CENTRALE TECNICA  
SETTORE TECNICO INFRASTRUTTURE E ARREDO URBANO

C.U.P. LOTTO 3/E: B47H14000500004 - ID: 2145

INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU STRADE  
CITTADINE - 4 LOTTI/E - Z.D. DALLA 1 ALLA 9  
LOTTO 3/E DI N°4 LOTTI - Z.D. 2-3-9

ACCORDO QUADRO  
PROGETTO DEFINITIVO  
MANUTENZIONE STRAORDINARIA IN LOTTI



IL PROGETTISTA  
Geom. Alberto Pesci

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Renzo Valtorta

IL DIRETTORE DI SETTORE  
Ing. Renzo Valtorta

*(Handwritten signatures of the project manager and sector director)*

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI  
ELEMENTI TECNICI

Rev.	Data	Descrizione	Red.	Rev.	File
			18/08/2015		

M.S. in lotti  
A.Q. P.D.11a

Settore Gestione  
Amministrative Progetti e Lavori  
Allegato N. II alla deliberazione n.  
detemin. d.d.g.  
PROPOSTA N. 2485/15  
composto da pagg. 11  
IL DIRETTORE DEL SETTORE  
*(Handwritten signature)*



<b>INDICE</b>
---------------

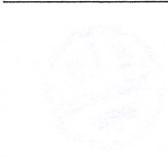
<b>CAPITOLO 1.</b>	<b>DEMOLIZIONI .....</b>	<b>5</b>
1.1.	DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO .....	5
1.2.	DEMOLIZIONE CONTROLLATA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA CON IDONEE ATTREZZATURE .....	5
1.3.	DISFACIMENTO DI SOVRASTRUTTURA STRADALE .....	6
1.4.	DEMOLIZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA CON IDONEE ATTREZZATURE .....	6
1.5.	SCARIFICA DI MARCIAPIEDI ESISTENTI PAVIMENTATI IN ASFALTO COLATO O CONGLOMERATO BITUMINOSO IN GENERE .....	6
1.6.	TAGLIO DELLE PAVIMENTAZIONI .....	7
1.7.	RIMOZIONE CORDONATURE .....	7
1.8.	RIMOZIONE ARCHETTI, DISSUASORI IN GENERE E TRANSENNE .....	7
<b>CAPITOLO 2.</b>	<b>MOVIMENTI DI TERRA .....</b>	<b>8</b>
2.1.	SCAVI .....	8
2.2.	RINTERRI .....	8
2.3.	RIEMPIMENTI DI CAVITÀ .....	9
2.4.	RILEVATI .....	9
<b>CAPITOLO 3.</b>	<b>INERTI PER COSTRUZIONI STRADALI .....</b>	<b>12</b>
3.1.	SABBIE .....	12
3.2.	CIOTTOLAME, GHIAIE E GHIAIETTI E GHIAINI .....	12
3.3.	PIETRISCHI, PIETRISCHIETTI E GRANIGLIE .....	12
<b>CAPITOLO 4.</b>	<b>OPERE DI DEFINIZIONE DELLO SPAZIO STRADALE .....</b>	<b>14</b>
4.1.	PIETRA NATURALE PER OPERE STRADALI .....	14
4.2.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI CORDOLI ED ALTRI ELEMENTI LAPIDEI DI FORMA CILINDRICA .....	14
4.3.	MODALITÀ DI POSA DELLE CORDONATURE .....	15
4.4.	ACCESSI CARRAI CON RAMPE E RISVOLTE .....	15
4.5.	TROTTATOI (CARRADORE) IN LASTRE DI GRANITO .....	17
4.6.	RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI .....	17
4.7.	RIASSETTO PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI .....	17
4.8.	RIPRISTINO DELLE CORDONATURE IN PIETRA .....	17
4.9.	CORDONATURE IN CALCESTRUZZO VIBROCOMPRESSO .....	17



4.10.	ARCHETTI, DISSUASORI IN GENERE E TRANSENNE.....	18
4.11.	PARACARRI IN GRANITO .....	18
<b>CAPITOLO 5.</b>	<b>PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI LAPIDEI .....</b>	<b>19</b>
5.1.	STRUTTURA DELLA PAVIMENTAZIONE .....	19
5.2.	MATERIALI.....	19
5.3.	LAVORAZIONE DELLE PIETRE .....	19
5.4.	POSA IN OPERA .....	19
5.5.	SIGILLATURA GIUNTI DELLE PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI .....	20
5.6.	MANUTENZIONE DELLE OPERE.....	20
5.7.	COLLAUDO DELLE OPERE .....	20
<b>CAPITOLO 6.</b>	<b>PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PORFIDO .....</b>	<b>21</b>
6.1.	RIPRISTINI LIMITATI DI TRATTI DI PAVIMENTAZIONE.....	21
6.2.	NUOVE PAVIMENTAZIONI.....	21
<b>CAPITOLO 7.</b>	<b>PAVIMENTAZIONI IN CIOTTOLI.....</b>	<b>24</b>
7.1.	RIPRISTINI LIMITATI DI TRATTI DI PAVIMENTAZIONE.....	24
7.2.	NUOVE PAVIMENTAZIONI.....	24
<b>CAPITOLO 8.</b>	<b>PAVIMENTAZIONI IN PIANELLE DI PORFIDO .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPITOLO 9.</b>	<b>DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>26</b>
9.1.	GENERALITÀ.....	26
9.2.	TUBI IN P.V.C. RIGIDO .....	27
9.3.	TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) .....	28
9.4.	TUBAZIONI ED ALTRI PRODOTTI IN GRES CERAMICO .....	28
9.5.	POZZETTI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	28
<b>CAPITOLO 10.</b>	<b>CHIUSINI E DI GRIGLIE IN GHISA .....</b>	<b>29</b>
<b>CAPITOLO 11.</b>	<b>GRIGLIATI METALLICI PER POZZETTI, INTERCAPEDINI E SIMILI .....</b>	<b>30</b>
11.1.	GENERALITÀ.....	30
11.2.	GRIGLIE IN ACCIAIO.....	30
<b>CAPITOLO 12.</b>	<b>MARCIAPIEDI E PERCORSI PEDONALI IN GENERE .....</b>	<b>31</b>
12.1.	MASSETTO DI SOTTOFONDO PER MARCIAPIEDI.....	31
12.2.	MANTO IN ASFALTO COLATO PER MARCIAPIEDI.....	32



<i>CAPITOLO 13.</i>	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	35
13.1.	STRATO DI FONDAZIONE.....	35
13.2.	STRATO DI BASE IN MISTO GRANULARE BITUMATO (TOUT VENANT BITUMATO).....	36
13.3.	STRATO DI COLLEGAMENTO.....	39
13.4.	STRATO D'USURA.....	43
13.5.	TAPPETI D'USURA SOTTILI.....	46
13.6.	TAPPETI SOTTILI IN CONGLOMERATO SPECIALE (ANCHE COLORATO IN ROSSO).....	49
13.7.	MANO DI RIPRESA TRA STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	50
13.8.	CONGLOMERATI BITUMINOSI DRENANTI - FONOASSORBENTI AD ELEVATA PERCENTUALE DI VUOTI...50	
13.9.	PRODUZIONE, POSA IN OPERA E CONTROLLI RELATIVI AL CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	57
<i>CAPITOLO 14.</i>	COLMATURA PROVVISORIA DI BUCA NELLE PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	64
<i>CAPITOLO 15.</i>	RAPPEZZATURA PROVVISORIA.....	65
<i>CAPITOLO 16.</i>	SEGNALETICA FISSA.....	66
16.1.	NORME TECNICHE PER SEGNALETICA STRADALE.....	66
16.2.	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	66
16.3.	SEGNALETICA VERTICALE.....	68
16.4.	SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ ESISTENTE.....	69
16.5.	SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ PROVVISORIA.....	69
16.6.	GARANZIE SULLA SEGNALETICA FISSA.....	70
<i>CAPITOLO 17.</i>	SPURGO POZZETTI STRADALI E DISOSTRUZIONI RELATIVE TUBAZIONI DI SCARICO ...	71
<i>CAPITOLO 18.</i>	TESSUTO NON TESSUTO.....	72
<i>CAPITOLO 19.</i>	BARRIERE DI SICUREZZA NEW JERSEY PER PROTEZIONE AREE DI CANTIERE.....	73
<i>CAPITOLO 20.</i>	POLIFORE PORTACAVI.....	74



**N.B. LE PRESENTI NORME SONO INTEGRATIVE DELLE SPECIFICHE TECNICHE ALLEGATE AL LISTINO PREZZI POSTO A BASE DI STIMA E SONO PARTE INTEGRANTE DEL CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO.**

---

**CAPITOLO 1. DEMOLIZIONI**

---

**1.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO**

---

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante ed alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi composizione e qualunque contenuto d'acqua, per uno spessore minimo pari a 50 cm, salvo diversa e più restrittiva prescrizione.

Sono compresi, su richiesta dalla Direzione Lavori, eventuali approfondimenti dell'intervento in relazione a particolari condizioni locali del terreno.

Tutto il materiale proveniente da queste attività dovrà essere trasportato a discarica.

Il diserbamento e lo scoticamento dovrà essere eseguito prima di effettuare qualsiasi attività di scarico o rilevato.

**1.2. DEMOLIZIONE CONTROLLATA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA CON IDONEE ATTREZZATURE**

---

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso potrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori maggiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

La superficie del cavo fresato 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 Direzione Lavori.

Qualora dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione alla Direzione Lavori o ad un 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 subcorticali 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 ed uniformemente rivestiti dalla mano d'attacco in legante bituminoso.

Si precisa da ultimo che sarà facoltà della Direzione lavori utilizzare la fresatrice anche per approfondire gli scavi oltre lo spessore costituito dal pacchetto bitumato.

### 1.3. DISFACIMENTO DI SOVRASTRUTTURA STRADALE

---

Il disfacimento della sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso di qualsiasi tipo e di qualsiasi spessore da eseguirsi con metodologie di lavoro tradizionali approvate di volta in volta dalla Direzione lavori (esclusa la fresatura a freddo), comprende in genere il manto d'usura lo strato di collegamento, lo strato di base della sovrastruttura medesima.

Il disfacimento è eseguito con mezzi meccanici o con qualsiasi altro mezzo (anche a mano) al fine di dare l'opera finita a regola d'arte.

### 1.4. DEMOLIZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA CON IDONEE ATTREZZATURE

---

La fresatura per la sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonei macchinari muniti di frese a tamburo, funzionanti a freddo, oltre che di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

La superficie del cavo fresato 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 Direzione Lavori.

Qualora dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione alla Direzione Lavori o ad un 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 fessure corticali o subcorticali 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 ed uniformemente rivestiti dalla mano d'attacco in legante bituminoso.

Si precisa da ultimo che sarà facoltà della Direzione lavori utilizzare la fresatrice anche per approfondire gli scavi oltre lo spessore costituito dal pacchetto bitumato.

### 1.5. SCARIFICA DI MARCIAPIEDI ESISTENTI PAVIMENTATI IN ASFALTO COLATO O CONGLOMERATO BITUMINOSO IN GENERE

---

Per la ripavimentazione dei marciapiedi per cui si rendesse necessaria una preventiva scarifica si procederà rimuovendo a macchina o a mano lo strato bitumato presente di qualsiasi spessore sia; nell'eseguire tale operazione si dovrà prestare cura a creare un dente d'attacco di almeno due centimetri al bordo di chiusini e delle cordolature esistenti, al fine di consentire la successiva stesa di un idoneo strato di tappeto d'usura bituminoso o di asfalto colato.



#### 1.6. TAGLIO DELLE PAVIMENTAZIONI

---

Il taglio da eseguirsi mediante sega a disco dovrà avere andamento rettilineo, non sono ammessi tagli in obliquo, rispetto all'asse di carreggiata o marciapiede. Le macchine utilizzate per l'esecuzione dei tagli dovranno essere munite di idonei dispositivi per l'abbattimento delle polveri e inoltre dovranno in tutto essere conformi alle normative di sicurezza vigenti per tali tipi di utensili, avendo cura in particolare di utilizzare macchinari dotati di protezione degli organi in movimento.

#### 1.7. RIMOZIONE CORDONATURE

---

La rimozione di cordatura qualsiasi dimensione e tipo, il lavoro comprende l'eventuale rottura della pavimentazione adiacente, il carico e trasporto materiali di risulta ad impianto di stoccaggio, di recupero oltre che alle opere di protezione e segnaletica necessarie e conformi alla normativa vigente ed in particolare al Nuovo codice della Strada.

Nel caso delle cordature in pietra naturale il prezzo comprende il trasporto del materiale al recapito indicato dalla direzione Lavori, la cernita degli elementi recuperabili sotto la supervisione di un tecnico dell'Amministrazione e il regolare accatastamento secondo modalità concordate con la Direzione Lavori in questione in relazione alle caratteristiche del materiale e del sito.

#### 1.8. RIMOZIONE ARCHETTI, DISSUASORI IN GENERE E TRANSENNE

---

I manufatti da rimuovere possono essere in ferro o acciaio o altro materiale e potranno avere forma e dimensione differenti al fine di ricomprendere tutte le tipologie in uso c/o il Comune di Milano e la lavorazione comprende in dettaglio lo scavo, la demolizione del rinfiante in calcestruzzo o del plinto di fondazione, il carico, trasporto al Deposito Comunale dei manufatti riutilizzabili o ad Impianti di stoccaggio o di recupero, il riempimento dello scavo, e il ripristino della pavimentazione.



---

**CAPITOLO 2. MOVIMENTI DI TERRA**

---

**2.1. SCAVI**

---

Gli scavi saranno eseguiti secondo le prescrizioni della direzione lavori, la quale potrà stabilire, oltre alla dimensione da darsi allo scavo anche la località di deposito delle terre scavate, che dovessero reimpiegarsi nei rinterri o nei riporti; la Direzione Lavori indicherà le tratte da scavarsi, in conformità alle esigenze del lavoro, ed in riguardo alla viabilità, e l'Appaltatore dovrà uniformarsi a tali prescrizioni, senza che ciò possa mai dar pretesto a reclamo o compenso speciale. L'Appaltatore dovrà, per scavi puntuali, e per profondità inferiori ai 70 cm, verificare a propria cura e spese l'eventuale presenza di servizi in sottosuolo.

L'Appaltatore dovrà sempre provvedere allo scolo delle acque di filtrazione o sorgive negli scavi, raccogliendole in appositi drenaggi, cataletti o tubi, mantenuti in perfetto spurgo. Dovrà inoltre provvedere all'armatura per sostenere e contenere le terre e risponderà della solidità e stabilità delle armature stesse, che dovrà mantenere in perfetto stato. Gli scavi di qualunque profondità, dovranno sempre essere contornati da sbarre a difesa, debitamente assicurate e resistenti, e dell'altezza che verrà prescritta, per la sicurezza dei pedoni e dei veicoli. Qualora si utilizzassero assi per costruire tali difese, dovranno essere mantenute imbiancate e prive di chiodi sporgenti e scheggiature.

In vicinanza dei binari delle tramvie, le barricate dovranno tenersi a distanza di non meno di m. 1,30 dalla rotaia più vicina nel rettilineo e m. 2,10 per le rotaie in curva salvo verifica di situazioni particolari. In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli, sopra gli scavi si costruiranno ponti provvisori atti a sostenere il carico dei veicoli.

Tali ponti dovranno essere provvisti di robusti parapetti; quando detti ponti siano destinati al solo passaggio dei pedoni, dovranno avere una larghezza minima di m. 1,20 e si provvederanno, ai due capi, di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli. In corrispondenza ai punti di passaggio di una barricata a difesa di scavi od altri lavori, i fanali di segnalamento saranno posti ad altezza regolamentare.

La terra ed i materiali che provengono dagli scavi, salvo diversa disposizione della Direzione lavori, debbono essere disposti in cumuli regolari lungo lo scavo e ripartiti secondo la qualità dei materiali stessi, per facilitare il trasporto o il reimpiego. Dovrà curarsi di togliere alla viabilità il minimo spazio possibile, e di adottare tutti i provvedimenti necessari a garantire il libero transito sulle strade e sui binari delle tramvie.

Gli scavi esplorativi o assaggi, sono ordinati espressamente dalla D.L. allo scopo di accertare la presenza, l'ubicazione e la consistenza dei servizi e dei manufatti esistenti nel sottosuolo, come pure le caratteristiche strutturali del corpo e del sottofondo stradale: consisteranno nell'esecuzione dello scavo di ogni forma e dimensione, ovunque ubicato e nel successivo rinterro e del ripristino della pavimentazione esistente.

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, sia eseguiti a mano che con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti e condotti secondo le prescrizioni date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

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. Qualora dovranno essere eseguite opere provvisorie di sostegno ed armatura degli scavi, esse dovranno essere commisurate per tipologia e materiali utilizzati alle reali necessità operative così come conformi a tutte le normative vigenti in materia anche in merito alla normativa di sicurezza. Anche in caso di presenza di tubazioni o servizi in sottosuolo da sottoscavare andranno predisposte da parte dell'Appaltatore le necessarie opere di sostegno per non danneggiare in alcun modo il servizio esistente così come per non provocare interruzioni del servizio stesso.

Sarà cura e spese dell'Appaltatore porre in opera durante le operazioni di scavo e per tutto il tempo in cui gli scavi resteranno aperti tutta la segnaletica di cantiere sia fissa che mobile, notturna e diurna, in tutto conforme alla normativa vigente ed in particolare a quanto disposto dal Nuovo Codice della Strada.

Durante il corso dei lavori saranno a cura e spese dell'appaltatore tutte le opere atte a garantire gli accessi sia pedonali che carrai alle varie proprietà, così come sarà necessario provvedere a garantire i percorsi pedonali in sicurezza mediante la posa di pontoni, piastre e passatoie conformi a quanto previsto in materia di sicurezza.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle opere di scavo eseguite, si farà riferimento alle misure geometriche primitive, senza alcuna maggiorazione per l'aumento del materiale dopo lo scavo.

**2.2. RINTERRI**

---

Il rinterro sarà effettuato con mista di ghiaia e sabbia, di norma proveniente dagli scavi stessi eseguiti nell'ambito del lotto.



Nei casi previsti dal progetto o su ordine della DL si impiegherà per il riempimento mista di sabbia e ghiaia cementata.

Dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della D.L., per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.

Normalmente, in questi casi, il rinterro avverrà dapprima con sabbia disposta a strati ben battuti a più riprese fino a 50 cm al di sopra dei sottoservizi; indi si procederà al riempimento dell'ulteriore scavo con materiale proveniente dallo stesso.

Il materiale sarà steso a strati successivi, di spessore non superiore a 25 cm ed ogni strato, dopo averlo opportunamente bagnato, verrà costipato con mezzi idonei, secondo le disposizioni della D.L.

Negli ultimi due strati verso la superficie superiore e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, il peso specifico apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello massimo ottenibile con il metodo Proctor (standard).

Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato.

A rinterro ultimato e prima di iniziare la formazione del sottofondo stradale, il rinterro stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla D.L.

Non si procederà ai reinterrimenti senza il consenso della Direzione lavori; in caso di non ottemperanza di tale divieto l'appaltatore potrà essere obbligato a rinnovare lo scavo a tutta sua cura e spesa.

### 2.3. RIEMPIMENTI DI CAVITÀ

Per procedere al riempimento di cavità del terreno di qualsiasi origine siano esse naturali o dovute a dilavamenti per qualsiasi causa o legate alla presenza di interventi antropici preesistenti (cantinati, cunicoli, fognature), si dovrà procedere alla demolizione complessiva delle opere, compresa l'eliminazione di eventuali opere presenti, ed al riempimento delle cavità secondo le indicazioni previste per i rinterri.

Qualora, per motivi diversi, la DL non ritenesse percorribile l'operazione di demolizione, tutte le opere in questione dovranno essere riempite con mista di ghiaia e sabbia addizionata con cemento in ragione di 40-50 kg/m<sup>3</sup> opportunamente costipata.

Particolare attenzione dovrà essere prestata al fine di procedere al completo intasamento delle opere e poter quindi evitare la formazione di camere di scoppio.

### 2.4. RILEVATI

I rilevati ed i terrapieni dovranno essere eseguiti e realizzati nelle sagome e livellette prescritte, con terre idonee come prescritto negli elaborati di progetto o come concordato di volta in volta con la Direzione dei Lavori, stese in strati successivi preventivamente costipati, aventi ognuno altezza, stato sciolto, non superiore ai centimetri 50. Le operazioni di formazione di terrapieni comprendono la regolarizzazione delle scarpate di margine e la formazione delle cunette o canalette per lo scolo delle acque.

Per la formazione dei rilevati si dovranno impiegare esclusivamente terre delle seguenti categorie, secondo la classificazione AASHO-CNR, prevista dalla norma UNI-CNR 10016:

Terre ghiaio-sabbiose con frazione passante allo staccio 0,075 (UNI 2332) ≤ 35%					
Gruppi	A1		A3	A2	
Sottogruppi	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5
Analisi granulometrica 2 (UNI 2332) %	≤50	---	---	---	---
frazione passante 0,4 (UNI 2332)%	≤30	≤50	>50	---	---
allo staccio 0,075 (UNI 2332)%	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35
Caratteristica della frazione Limite liquido	---	---	---	≤40	>40
passante allo staccio 0,4 Indice plasticità (UNI 2332)	≤6	≤6	N.P.	≤10	≤10
Indice di gruppo	0	0	0	0	0



La terra da impiegare sui rilevati dovrà essere previamente espurgata da erbe, canne, radici e da altre materie organiche.

Sarà obbligo dell'Appaltatore di dare ai rilevati durante la loro costruzione maggiori dimensioni, eventualmente richieste dall'assestamento delle terre del rilevato stesso e di appoggio, affinché i rilevati abbiano le precise dimensioni prescritte, evitando in ogni caso la necessità di successive aggiunte di strati troppo sottili.

Il rilevato dovrà essere assestato fino a raggiungere in ogni punto un peso specifico apparente al secco pari ad almeno il 90% di quello massimo ottenibile in laboratorio, operando con il metodo Proctor (standard).

I rilevati saranno formati a strati successivi ognuno in altezza (strato sciolto) non superiore ai 50 cm. Ogni strato dovrà raggiungere il grado di costipamento sopra stabilito, prima che venga posto in opera lo strato successivo.

Negli ultimi due strati, verso la superficie superiore e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, il peso complessivo apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello max ottenibile con la prova di costipamento AASHO modificata, secondo quanto previsto dalla norma CNR 69/78.

Il materiale dovrà essere costipato, con mezzi meccanici appropriati e approvati dalla D.L. dopo averlo bagnato, in modo da corrispondere all'umidità ottima secondo Proctor.

Il costipamento dei singoli strati sarà ottenuto di regola:

- se il terreno è costituito prevalentemente da sabbia e ghiaia con normali compressori a cilindri lisci, da vibratorii o da battitori
- se il terreno contiene più del 40% di limi e argille con cilindri a piedi di montone eventualmente associati a costipatori a ruote gommate.

Il modulo di deformazione, determinato secondo le norme CNR-B.U. n.9 del 11.12.67, non dovrà essere inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Il materiale non dovrà essere posto in opera nei periodi di gelo o su terreno gelato.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1.5 m dai paramenti in terra armata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di densità e deformabilità richiesti anche operando con strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di canali, tombini, cavi, etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-30 kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata sino al 95 % della densità massima AASHO modificata procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei manufatti dei rilevati dovrà interessare un cuneo di rilevato di sezione trasversale pari alla sezione dell'intera piattaforma e di altezza (misurata secondo l'asse longitudinale del rilevato) pari a 2.00 m alla base inferiore del rilevato e superiore pari a  $m \cdot 2.00 + \frac{3}{2} h$  dove h è l'altezza del rilevato.

A terrapieno ultimato e prima di iniziare la formazione del sottofondo stradale, il terrapieno stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle sezioni prestabilite ed alle livellate assegnate dai punti fissi con un'eventuale tolleranza di  $\pm 1$  cm.



Inferiormente ai piani di posa dei rilevati dovrà essere realizzato un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio ed anticapillare.

Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm, con percentuale massima del 5% di materiale passante al crivello 4 UNI 2332.

Il materiale con funzioni anticapillari dovrà essere steso anche esso in strati di spessore non superiore a 50 cm, costipato mediante rullatura e il modulo di deformazione (determinato secondo la CNR B.U. n. 9 del 11.12.67) non dovrà essere inferiore a 200 kg/cm<sup>2</sup>.



**CAPITOLO 3. INERTI PER COSTRUZIONI STRADALI**

Gli inerti (aggregati) da impiegarsi nelle costruzioni stradali si classificano in base alla granulometria, come segue:

Intervallo granulometrico (mm)	Naturale a Spigoli arrotondati	Naturale a Spigoli vivi	Da frantumazione
>71	Clottolame	Pietrame	
25-71	Ghiaia	Breccia	Pietrisco
10-25	Ghiaietto	Breccetta	Pietrischetto
2-10	Ghiaino	Brecciolino	Graniglia
0,075-2	Sabbia		
0,005-0,075	Limo		
<0,005	Argilla		

**3.1. SABBIE**

La sabbia da impiegarsi, tanto nella formazione delle malte, quanto nei ciottolati, lastricati o pavimentazioni lapidee in generale dovrà essere di natura silicea, ruvida al tatto, non coesiva con esclusione di frazioni limo-argillose e da altre sostanze eterogenee o di natura organica.

La granulometria sarà rigorosamente compresa tra 0,075 e 2 mm, distinguendosi ulteriormente tra sabbia fine (da 0,075 e 0,5 mm) e sabbia grossa (tra 0,5 e 2 mm)

Tutte le sabbie per malte cementizie o bituminose da impiegarsi nelle pavimentazioni stradali dovranno essere preventivamente lavate prima del loro impiego.

Affinché la granulometria delle sabbie soddisfi esattamente alle prescrizioni di progetto o comunque richieste dalla Direzione Lavori, la stessa potrà esigere che siano vagliate o setacciate a spesa e cura dell'Appaltatore.

**3.2. CIOTTOLAME, GHIAIE E GHIAIETTI E GHIAINI**

Il ciottolame, le ghiaie e i ghiaietti da impiegarsi per pavimentazioni stradali dovranno essere di natura silicea, esenti da sabbia materie terrose ed eterogenee e dovranno presentare dimensioni uniformi secondo le diverse categorie:

1. Il ciottolame, dovrà essere trattenuto da una griglia con maglie da 70 mm;
2. le ghiaie dovranno passare attraverso una griglia con maglie di 70 mm. ed essere trattenute ad una griglia con maglie di 25 mm.. Entro questi limiti, dovranno essere di granulazione bene assortita una percentuale minima del 30% di materiale compreso tra i 50 e i 70 mm.;
3. per il ghiaietto le griglie dovranno avere maglie rispettivamente di 25 mm. e di 10 mm.;
4. per il ghiaino le maglie dovranno essere rispettivamente di 10 mm. e 2 mm..

I ciottoli e le ghiaie per i selciati stradali, fornibili nelle pezzature 4/6, 6/8, 8/10, 10/12 cm, dovranno essere di natura silicea o senza vene o fori visibili; saranno esclusi i ciottoli ritenuti di peso specifico troppo leggero ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori così come quelli poco consistenti e di forma non ovoidale o comunque irregolare. La forma dei ciottoli dovrà comunque essere ovoidale con i tre assi rispondenti per dimensioni a quanto prescritto in progetto o nelle rispettive voci di elenco prezzi.

**3.3. PIETRISCHI, PIETRISCHIETTI E GRANIGLIE**

Con questi termini si definisce il materiale sciolto originato dalla frantumazione meccanica di rocce e con granulometria corrispondente, rispettivamente, alla ghiaia, al ghiaietto e al ghiaino (Cfr. par. precedente)

Il pietrisco dovrà essere privo di sabbia, limo, argilla ed ogni altra sostanza di natura organica o comunque eterogenea. Dovrà essere formato esclusivamente da materiali provenienti da frantumazione di rocce tratte da



cave note e approvate dagli uffici della Direzione Lavori. Le dimensioni dei frammenti di roccia dovranno essere tali da corrispondere alle prescrizioni granulometriche richieste dagli atti progettuali o dalle voci di elenco prezzi. Qualora il pietrisco fosse utilizzato per il confezionamento di calcestruzzo dovrà essere preventivamente lavato.



**CAPITOLO 4. OPERE DI DEFINIZIONE DELLO SPAZIO STRADALE****4.1. PIETRA NATURALE PER OPERE STRADALI****4.1.1. GRANITO PER ELEMENTI DI DEFINIZIONE DELLA SEDE STRADALE (CORDOLI, PARACARRI, PASSI CARRAI, TROTTATOI)**

Salvo diversa ed esplicita indicazione progettuale od ordine della direzione Lavori il materiale lapideo da impiegarsi per tutte le opere stradali in pietra naturale è il granito bianco proveniente da cave di tradizionale approvvigionamento per la città di Milano (Montorfano. Sanfedelino) ovvero in granito di altra provenienza petrograficamente classificabile come "granito bianco" (leucogranito), con le seguenti caratteristiche:

La roccia dovrà essere di grana fine, compatta ed omogenea, isotropa, ben cristallizzata, esenti da ogni difetto, (macchie, rattoppi, tasselli od altro); non verranno accettati i cappellacci o cosiddetti trovanti, nonché tutte le pietre poco resistenti all'attrito.

I requisiti minimi sono i seguenti:

Carico di rottura a compressione semplice: Resistenza media	(MPa) 200
Carico di rottura a compressione semplice dopo trattamento di gelività	(MPa) 200
Carico di rottura a trazione indiretta mediante flessione	(MPa) 200
Resistenza all'urto: altezza minima di caduta in cm. (lavoro di rottura = J)	70 (7,0)
Usura per attrito radente: coefficiente relativo all'abrasione	0,92

Altri materiali potranno essere impiegati solo per ripristini parziali di opere in pietra già esistenti, ovvero per esplicita previsione progettuale o, infine, dietro formale ordine della Direzione Lavori.

**4.1.2. FINITURA SUPERFICIALE DELLE OPERE IN PIETRA NATURALE**

Le componenti in pietra naturale dovranno presentare la forma e le dimensioni previste prezzi dalla tavola allegata alle presenti norme, salvo diversa previsione progettuale.

Le facce a vista dovranno essere lavorate secondo quanto previsto dal progetto o prescritto, in uno dei seguenti modi:

- punta grossa;
- punta mezzana;
- punta fine;
- martellina
- bocciarda.

**4.2. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI CORDOLI ED ALTRI ELEMENTI LAPIDEI DI FORMA CILINDRICA**

In tutte le lavorazioni le facce di intestatura di ciascun concio della pietra dovranno ortogonali alle generatrici del cilindro in modo che le connesure non eccedano la larghezza di mm.5.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce vista, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere perfettamente piane; non saranno accettate smussature sugli spigoli, ne' cavità o rattoppi sulle facce.

La pietra che presentasse tagli difettati, o che all'atto della posa in opera risultasse scheggiata od ammaccata, non sarà accettata e dovrà essere immediatamente sostituita a cura e spese dell'appaltatore.



I cordoni normali retti dovranno avere lunghezza non inferiore a metri 1, e, salvo diversa previsione progettuale o della Direzione Lavori non superiore a metri 2,50.

Le lunghezze comprese tra metri 0,75 e metri 1 sono accettate nella misura massima del 5% per ogni fornitura.

Per quanto riguarda le cordature le sezioni da impiegarsi per le nuove opere e le ristrutturazioni stradali sono quelle rispondenti ai tipi A-B-C-D-E-F-G riportate nelle illustrazioni allegate

In particolare i cordoli di tipo A-B-C-D, destinati ad essere posati verso carreggiata avranno sezione a trapezio rettangolo. Il lato a vista verso strada avrà per tutti inclinazione dalla verticale pari ad  $\arctan(0,2)$  (circa 20%) e sarà raccordato con l'estradosso del cordolo mediante smusso toroidale con raggio pari a 15 mm.

I cordoli di tipo E, da impiegarsi per la delimitazione di aiuole, avranno larghezza pari a 19 cm, altezza di 25 cm e doppio smusso a 45 gradi (lato 2 cm) su entrambi i lati.

Altri tipi di cordoli potranno essere impiegati qualora espressamente previsti dal progetto o formalmente ordinati dalla direzione lavori,

Nel caso di manutenzioni e ripristini parziali di cordature esistenti si impiegheranno cordoli dello stesso tipo, forma e finitura superficiale di quelli già in opera, impiegando prioritariamente i materiali disponibili nei magazzini comunali. In caso si renda necessaria una nuova fornitura di cordoli non compresi in elenco la valutazione e contabilizzazione verrà effettuata a volume.

I materiali devono corrispondere alle prescrizioni ed ai campioni approvati dalla DL prima della posa in opera e provenire certificatamente da cave preventivamente approvate dalla stessa D.L.

#### 4.3. MODALITÀ DI POSA DELLE CORDATURE

---

I cordoli indipendentemente dalla sezione richiesta e dalla tipologia di materiale lapideo da utilizzare verranno posati previo costipamento e regolarizzazione del piano di posa o di scavo; in particolare si provvederà a mettere in opera i cordoli su allettamento di calcestruzzo di classe di resistenza minima C16-20 realizzata con cemento classe 32.5 R nella quantità di 250 Kg/mc e posato nello spessore minimo di cm. 20. Successivamente si eseguirà un rinfiacco sempre con cls. di caratteristiche sopra riportate indi si provvederà alle opere di rinterro delle zone scavate mediante materiale inerte granulare secondo le prescrizioni di progetto o della Direzione lavori. Da ultimo si eseguirà ove necessario la stuccatura delle fughe con malta grassa di cemento bianco, di cemento con polvere di marmo, o altro mastice prescritto in sede di progetto o dalla Direzione lavori e le eventuali rifiniture mediante opere di bocciardatura o da scalpellino.

#### 4.4. ACCESSI CARRAI CON RAMPE E RISVOLTE

---

Un passo carraio è un particolare tipo di intersezione stradale tra una strada privata di accesso ad un fondo privato ed il percorso o i percorsi pedonali e in alcuni casi ciclabili che corrono nella fascia più o meno larga che, nelle strade urbane, è sempre interposta tra la carreggiata e il confine della sede stradale. Tale fascia, oltre al marciapiede tipicamente collocato in fregio al confine tra sede stradale e area fondiaria, a eventuali percorsi pedonali o ciclabili aggiuntivi, può ospitare altre funzioni quali verde stradale, parcheggi, spazi commerciali ecc la cui presenza ha comunque un'influenza su questo particolare tipo di intersezione.

I passi carrai nel comune di Milano sono normalmente realizzati con una breve piano inclinato (scivolo) lungo normalmente almeno 60 cm e raccordato con risvolte di raggio analogo al cordolo del marciapiede. Questa tipologia, oltre ad essere consolidata dalla tradizione ha il vantaggio di non introdurre sul marciapiede intersecato irregolarità plano altimetriche e, in particolare, pendenze trasversali al flusso pedonale maggiori dell'1% e, quindi, non a norma.

Ciò avviene al prezzo di una riduzione della sezione utile del marciapiede di una misura pari allo sviluppo della rampa. Tale riduzione è normativamente accettabile purché la parte residua sia larga almeno 90 cm. Tale valore, tuttavia non consente a due pedoni di incrociarsi e costringe il pedone a camminare vicino al muro con il rischio di non esser visto dal veicolo in uscita dal passo carraio. Pertanto, nelle ristrutturazioni e nuove costruzioni occorre garantire larghezze utili maggiori. Ad esempio con una lastra da 60 cm e un marciapiede da 225 (i valori minimi storicamente adottati a Milano) la larghezza residua è pari a 125 cm che consentono ancora a due pedoni di incrociarsi o di camminare affiancati o, comunque, di camminare ad una certa distanza dal muro e, quindi, in condizioni di maggiore sicurezza.

Anche questi valori possono però non essere sufficienti quando i flussi pedonali e/o quelli veicolari previsti siano di notevole entità.



I passi carrai e gli scivoli per castellane dovranno essere realizzati in lastre o masselli di granito con spessore medio non inferiore a 20 cm e minimo non inferiore a 15, ovvero con cordoli di granito disposti affiancati ortogonalmente all'asse della rampa, fino a ottenere la lunghezza di rampa richiesta.

Lo sviluppo dei piani inclinati per sarà di norma la seguente:

Passi carrai a servizio di fondi residenziali, terziari o misti	60 cm
Passi carrai a servizio di fondi destinazione industriale	80 cm

Tali valori garantiscono sempre valori adeguati di pendenza purché il dislivello tra marciapiede e carreggiata, misurato al ciglio, sia, come prescrivono le norme, non superiore ai 15 cm.

Il passo carraio, come qualunque intersezione stradale, e va normalmente collocato in zona di displuvio e, quindi, mai in corrispondenza di punti di raccolta delle acque meteoriche. In tali punti normalmente il dislivello tra marciapiede è inferiore ai 15 cm e questo contribuisce a ridurre la pendenza del piano inclinato.

La larghezza di un passo carraio non può essere inferiore a 450 cm e superiore a 650 cm. Valori diversi devono essere espressamente autorizzati, a fronte di documentate esigenze o vincoli dal Settore Tecnico Infrastrutture. I passi carrai con larghezza maggiore di 650 cm, qualora autorizzabile devono comunque essere dotati di isola salvagente a separazione dei sensi di ingresso e uscita dall'area fondiaria.

L'accesso carraio deve sempre avvenire ortogonalmente all'asse del marciapiede, salvo eccezioni espressamente autorizzate e limitate ai casi in cui non esistano possibilità alternative.

La zona di intersezione tra flussi pedonali e veicolari deve essere complanare con il marciapiede e avere pavimentazione tale da sopportare i carichi veicolari ammessi alla circolazione sulla strada.

Nei casi in cui il marciapiede e/o l'accesso siano intensamente frequentati o la visibilità reciproca non sia ritenuta sufficiente, ovvero quando sia prevista una presenza non occasionale di ciclisti sarà necessario differenziare la pavimentazione dell'area di intersezione anche sotto il profilo dell'aspetto esteriore o, quantomeno. Una tipica soluzione è ad esempio, in questi casi, quella di realizzare una pavimentazione lapidea carrabile in masselli o cubetti.

In casi di media pericolosità dell'accesso potrà essere sufficiente delimitare l'area di intersezione con cordoli dello stesso tipo di quelli adottati per la delimitazione verso carreggiata, posati a raso.

Occorrerà in ogni caso garantire che l'accesso sia ben illuminato nelle ore notturne, non escludendo, negli accessi particolarmente frequentati (ad esempio distributori di benzina, centri commerciali) l'adozione di illuminazione integrativa ad hoc.

E' in ogni caso da evitare, in quanto normativamente non applicabile, l'impiego della segnalazione orizzontale e verticale propria degli attraversamenti pedonali o ciclabili.

Gli accessi carrai non possono essere realizzati a meno di 12 m da un'intersezione. La distanza in questione è misurata parallelamente all'asse della strada sulla quale si vuole aprire il passo carraio, dal confine della sede stradale intersecante e il margine dell'accesso carraio più vicino all'incrocio.

Gli accessi carrai non possono essere realizzati a meno di 1 di distanza dal confine dell'aria fondiaria e a meno di 2 m da un accesso carraio contermina.

I terminali dei cordoli in corrispondenza delle rampe dei passi carrai terminano con un elemento di raccordo normalmente di 60 cm di raggio. Tale elemento viene normalmente realizzato con un c.d. "dardo" (monoblocco lapideo a forma di settore cilindrico; Cfr. disegni allegati) o, in alternativa, con un cordolo curvo.

La rampa viene tradizionalmente realizzata con lastre in granito con spessore variabile tra i 16 e i 20 cm. Sono tuttavia impiegabili anche masselli o cordoli nello stesso materiale disposti a coltello.

I passi carrai in granito sono costituiti da elementi a lastra e da elementi di raccordo (risvolte)

Le lastre di granito per accessi carrai dovranno avere sulle facce a vista lavorazione antisdrucchio e corrispondere nelle dimensioni a quanto prescritto dalla Direzione Lavori o dagli elaborati progettuali. Lo



spessore delle lastre non sarà di norma inferiore ai 20 cm; saranno ammassi spessori minori per particolari esigenze costruttive e comunque non inferiori a 15 cm; la lunghezza di ciascun monolite destinato alla realizzazione di rampe per passi carrai sarà compresa tra gli 80 e i 150 cm, la larghezza sarà fissata dal progetto o dalla DL non inferiore ai 40 e non superiore ai 60 cm.

Lo sviluppo delle rampe dei passi carrai, costituite per assemblaggio delle lastre di cui sopra, sarà in funzione del tipo di veicoli serviti, della larghezza del marciapiedi e del dislivello, con un minimo di 60 cm. Per sviluppi maggiori di 60 cm dovranno usarsi lastre tra loro accostate.

Le risvolte per passi carrai avranno sempre raggio di raccordo planimetrico pari a 60 cm. Le facce di congiunzione dovranno, per lastre in genere, essere ortogonali ossia con i fili determinanti il contorno del piano superiore delle lastre rettilinee; fra loro ortogonali, salvo altrimenti previsto dal progetto o ordinato dalla DL.

Le lastre e le risvolte saranno di regola posate sopra fondo di calcestruzzo classe C16-20 in modo da combaciare con questa in tutta la loro superficie inferiore; esse dovranno congiungersi esattamente testa a testa per tutta la loro grossezza, ed essere disposte in modo da assecondare la forma stabilita per la superficie stradale. In ogni caso, prima di formare la fondazione, il fondo in terra dovrà essere regolarizzato, bagnato e costipato.

Il lavoro dovrà sempre intendersi comprensivo anche dell'onere dell'eventuale scalpellino per gli opportuni ritocchi.

#### 4.5. TROTTATOI (CARRADORE) IN LASTRE DI GRANITO

---

La funzione di questi elementi è di delimitare la zona transitabile da veicoli su ruote all'interno di uno spazio stradale una pavimentazione non carrabile (a.e. ciottoli di fiume, tappeto erboso, letto sabbioso).

Tali elementi svolgono il duplice ruolo di fornire almeno un percorso confortevole ai veicoli su ruote e, al contempo, di instradarli lungo il percorso voluto, al contempo segnalando tale percorso ai pedoni e agli altri utenti della strada.

Le lastre di granito per trottatoi, in tutto analoghe a quelle per passi carrai, avranno (di regola) lunghezza compresa tra 80 e m 1,50 e larghezza di m 0,60 o 0,50 misurata sulla faccia superiore, con spessore medio non inferiore a 20 cm e spessore minimo non inferiore a 15 cm

#### 4.6. RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI

---

La lavorazione consiste nella rimozione degli elementi oggetto dell'intervento, della rettifica del piano di posa da eseguirsi con aggiunta di sabbia o altro materiale richiesto dalla Direzione lavori, la ricollocazione in opera degli elementi, la bagnatura e l'intasamento dei giunti da eseguirsi con sabbia vagliata, la raccolta dei detriti e lo smaltimento dei rottami di lavorazione. Saranno altresì comprese le opere da scalpellino necessarie alla rifinitura della pavimentazione riassetata così come la posa in opera degli sbarramenti e della segnaletica conforme alla normativa vigente.

#### 4.7. RIASETTO PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI

---

Riassetto di pavimentazione in masselli di pietra naturale per la rettifica del piano di posa da eseguirsi con aggiunta di sabbia o altro materiale richiesto dalla Direzione lavori, la bagnatura e l'intasamento dei giunti da eseguirsi con sabbia vagliata, la raccolta dei detriti e lo smaltimento dei rottami di lavorazione. Saranno altresì comprese le opere da scalpellino necessarie alla rifinitura della pavimentazione riassetata così come la posa in opera degli sbarramenti e della segnaletica conforme alla normativa vigente.

#### 4.8. RIPRISTINO DELLE CORDONATURE IN PIETRA

---

Il riassetto delle cordonature in pietra di qualsiasi dimensione e tipo, comprenderà la rimozione del manufatto con l'eventuale rottura della pavimentazione adiacente, la formazione del nuovo piano di posa in sabbia o cls. secondo le indicazioni della D.L., la posa del manufatto precedentemente rimosso, il rinfianco in cls., la ricostruzione delle pavimentazioni demolite, il carico e trasporto materiali di risulta ad impianto di stoccaggio, di recupero oltre che alle opere di protezione e segnaletica necessarie e conformi alla normativa vigente ed in particolare al Nuovo codice della Strada.

#### 4.9. CORDONATURE IN CALCESTRUZZO VIBROCOMPRESSO

---

I cordoli indipendentemente dalla sezione richiesta verranno posati previo costipamento e regolarizzazione del piano di posa o di scavo; in particolare si provvederà a mettere in opera i cordoli su allettamento di calcestruzzo con classe minima C16-20 dello spessore minimo di cm. 15. Successivamente si eseguirà un rinfianco



sempre con cls. di caratteristiche sopra riportate indi si provvederà alle opere di rinterro delle zone scavate mediante materiale inerte granulare secondo le prescrizioni di progetto o della Direzione lavori. Da ultimo si eseguiranno le opere di stuccatura eventuale delle cordolature con malta di cemento grassa e le eventuali rifiniture mediante opere da scalpello.

#### 4.10. ARCHETTI, DISSUASORI IN GENERE E TRANSENNE

---

La lavorazione comprende la demolizione della pavimentazione per la zona necessaria alla realizzazione della fondazione, gli scavetti laterali, la realizzazione di basamento in cls. classe C16-20, impianto dell'archetto o dissuasore in oggetto, ripristino della pavimentazione originale, carico, trasporto e smaltimento del materiale di risulta. Durante le operazioni di posa dei manufatti sarà a cura e spese dell'appaltatore la posa in opera della necessaria segnaletica e protezioni conformi alla normativa vigente ed il particolare al Nuovo codice della Strada.

#### 4.11. PARACARRI IN GRANITO

---

I paracarri dovranno essere realizzati, salvo diversa previsione progettuale o ordine della direzione lavori in granito bianco Montorfano o S. Fedelino, a sezione circolare  $\phi$  0,28 m, con parte superiore emisferica, con parte a vista lavorata a bocciarda fine.

Il paracarro dovrà essere alto complessivamente 1,10 m, con parte lavorata a vista di 0,80 m fuori terra.



---

**CAPITOLO 5. PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI LAPIDEI**

---

**5.1. STRUTTURA DELLA PAVIMENTAZIONE**

---

La pavimentazione sarà costituita da masselli di pietra delle qualità e caratteristiche in appresso specificate e posto in opera come si specifica in seguito. Il profilo della pavimentazione sarà costituito di regola da una sagoma a curvatura regolare con monta compresa tra 1/40 e 1/50 o da falde piane trasversali con pendenze trasversali non superiori al 3% né inferiori al 2,5%. La pavimentazione dovrà in ogni caso riuscire conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla direzione Lavori

**5.2. MATERIALI**

---

I masselli per pavimentazioni stradali dovranno essere costituiti da Granito di di S. Fedelino, porfiroide di Cuasso al monte, Sienite della Balma, Serizzo della Val Masino e provenire in ogni caso da cave approvate dalla Direzione Lavori.

Il progetto potrà prevedere rocce di altro tipo purché i tipo magmatico intrusivo con tessitura omogenea e isotropa, compatte, prive di druse o geodi, senza vene e catene di minerali differenziati e senza piani di facile sfaldatura o distacco.

La roccia dovrà essere sana, senza degradazioni o alterazioni di origine atmosferica o altro. Sono in particolare da escludere tutti i materiali provenienti da strato di copertura (cappello).

Sottoposta alla prova normale d'usura per attrito radente secondo il metodo indicato dal C.N.R.: non dovrà dare coefficiente inferiore a 0,80.

**5.3. LAVORAZIONE DELLE PIETRE**

---

Per la formazione del manto si dovranno usare masselli retti e pentagonali.

I masselli retti dovranno avere la forma di un parallelepipedo rettangolo a superfici piane regolari, con uno dei seguenti formati: cm 32x48, 35x52, 38x57, 40x60.

Le lunghezze massime non dovranno superare il doppio della larghezza.

Per l'impiego in zone non fisicamente interdette al transito anche occasionale dei veicoli, lo spessore dovrà essere compreso tra un quarto un terzo del lato maggiore e non essere in ogni caso inferiore a cm 15.

La lavorazione a punta mezzana si estenderà alla superficie di rotolamento e a quelle laterali fino alla profondità di 8 cm e comprenderà sempre lo smusso degli spigoli a vista. Allo scopo di evitare l'instaurarsi di meccanismi di resistenza a piastra e quindi, di significativi sforzi di trazione nel lembo inferiore del massello, i masselli avranno spessore minimo non inferiore 25% della lunghezza del lato maggiore e spessore medio non inferiore al 30% del lato maggiore.

Medesime disposizioni varranno per tutti i pezzi speciali e, in particolare, per i pezzi pentagonali da impiegarsi per le pose in diagonale delle c.d. serraglie da impiegarsi in abbinata ai pezzi pentagonali in corrispondenza dei binari tranviari.

Altri tipi di formati e di lavorazione potranno essere prescritti dal progetto o ordinati dalla direzione lavori.

Le facce laterali dovranno risultare a squadra almeno per la metà superiore dello spessore.

La faccia inferiore dei masselli dovrà essere parallela a quella superiore e presentare nei confronti di un regolo piano comunque appoggiato, cavità massime di 1 cm.

Sono comprese nel prezzo tutte le lavorazioni necessarie per adattare lo forma o lo spessore dei masselli a situazioni particolari (sigilli, bulloni dell'armamento tranviario).

Per quanto non riportato nel presente paragrafo valgono le prescrizioni contenute nella tabella UNI 2718.

**5.4. POSA IN OPERA**

---

I masselli sono posti in opera in corsi rettilinei e paralleli con un inclinazione di 1/2 rispetto all'asse della carreggiata (2 unità in senso trasversale per una unità in senso parallelo all'asse).



I giunti minori dovranno essere sfalsati da un corso all'altro, mentre i giunti maggiori, nella direzione del corso, dovranno risultare perfettamente allineati.

I giunti saranno il più possibile serrati e avranno larghezza massima di 1 cm.

La disposizione dei corsi nei punti singolari (rotaie, chiusini intersezioni) sarà conforme all'uso consolidato nella città di Milano.

I masselli sono posti in opera su letto di sabbia spesso 8-10 cm a sua volta posato su una fondazione in calcestruzzo, macadam o misto bitumato realizzato con le specifiche degli strati di base delle pavimentazioni bituminose. Nel caso di posa in corrispondenza dei binari tranviari su ballast in pietrisco occorrerà costipare perfettamente il pietrisco con sabbia bagnata e battuta con mazzapicchio meccanico.

Subito dopo la posa dei masselli e allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata che si dovrà far scorrere e penetrare in tutti gli interstizi, a mezzo di scope ed acqua, sino a completa chiusura,

Ad opera finita la pavimentazione dovrà presentarsi con superficie e proficli perfettamente regolari e uniformi, senza dislivello e discontinuità apprezzabili tra i masselli contigui.

#### 5.5. SIGILLATURA GIUNTI DELLE PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI

---

Nel caso in cui sia prescritta la sigillatura dei giunti questa dovrà essere eseguita, salvo disposizione contraria della D.L., non prima che siano trascorsi 20 dall'apertura al traffico della pavimentazione, secondo quanto prescritto nel "Capitolato Tecnico (Prescrizionale e Prestazionale) per la sigillatura di pavimentazioni lapidee" riportato in calce alle presenti Norme Tecniche.

Sarà cura e spese dell'Appaltatore porre in opera durante tutte le fasi di lavoro tutta la segnaletica di cantiere sia fissa che mobile, notturna e diurna, in tutto conforme alla normativa vigente ed in particolare a quanto disposto dal Nuovo Codice della Strada.

#### 5.6. MANUTENZIONE DELLE OPERE

---

L'Appaltatore dovrà provvedere alla manutenzione gratuita della pavimentazione per un periodo due anni dalla data di compimento delle opere, data che dovrà essere sempre fissata con apposito verbale da redigersi su richiesta dell'Appaltatore medesimo. Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'Appaltatore, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita nel modo più opportuno e tempestivo, provvedendo immediatamente di volta in volta alle riparazioni necessarie senza che occorran per questo speciali inviti da parte della Direzione Lavori. Se però l'Appaltatore ritardasse più di tre giorni ad eseguire le riparazioni richieste con un invito particolare, la Direzione lavori avrà la facoltà di eseguire direttamente le opere necessarie a spese dell'Appaltatore.

#### 5.7. COLLAUDO DELLE OPERE

---

All'atto del collaudo, la pavimentazione dovrà comparire in ottimo stato di manutenzione, senza depressioni, cedimenti, tracce di sgretolamento e arrotondamento dei giunti, o dislivelli e discontinuità, tra i singoli elementi.



**CAPITOLO 6. PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PORFIDO****6.1. RIPRISTINI LIMITATI DI TRATTI DI PAVIMENTAZIONE**

Per ripristini limitati di pavimentazione si eseguirà la rimozione dei cubetti sconnessi eseguendo le opportune operazioni di cernita e pulizia dei cubetti riutilizzabili, l'integrazione dei cubetti mancanti, dovrà essere rimossa la terra grassa del vecchio fondo, sostituita con una strato di ghiaietto e sabbia granulata eventualmente mista a cemento R 325 in quantità di 150/200 kg. al metro cubo di altezza media uguale a cm.6, con controllo della quantità in modo che risulti sufficiente al ripristino della pavimentazione; indi si eseguirà la posa secondo le metodologie tradizionali, compreso l'intasamento e la stuccatura e da ultimo la raccolta dei detriti, il relativo smaltimento e la posa in opera della segnaletica conforme alla normativa vigente.

**6.2. NUOVE PAVIMENTAZIONI****6.2.1. STRUTTURA DELLA PAVIMENTAZIONE**

La pavimentazione sarà costituita da un manto di cubetti di porfido dell'Alto Adige o del Trentino, o di porfiroide di Cuasso al Monte, o di sienite della Balma, o di diorite di Traversella o di altre rocce eruttive, dure, a facili e regolari versi di taglio, delle qualità e delle caratteristiche in appresso indicate, da mettersi in opera come si specifica in seguito.

Il profilo della pavimentazione sarà costituito di regola da una sagoma a curvatura regolare con monta compresa tra 1/40 e 1/50 o da falde piane con pendenze trasversali non superiori al 3% né inferiori al 2%.

Nelle tratte in curva a raggio limitato e per strade veloci la Direzione Lavori potrà richiedere tuttavia che vengano adottati profili a falda unica sopraelevati verso l'esterno, con pendenze trasversali comprese, di norma tra il 3% ed il 5%. La pavimentazione dovrà in ogni caso riuscire conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

**6.2.2. MATERIALI**

I cubetti dovranno essere costituiti da porfido del Trentino-Alto Adige, o di porfiroide di Cuasso al Monte, o da sienite della Balma, o da diorite di Traversella o da altre rocce di origine magmatica, dure e tenaci e a facili e regolari versi di taglio, a tessitura omogenea e isotropa e approvate dalla Direzione Lavori. In ogni caso dovranno provenire da cave aperte direttamente nei giacimenti d'origine. I cubetti dovranno essere tratti da rocce compatte ed omogenee, prive di parti decomposte o alterate dalle azioni atmosferiche od altro; escludendosi in particolare tutti i materiali provenienti da strati di copertura (cappello).

La roccia costituente i cubetti sottoposta alla prova di resistenza all'usura, secondo i metodi del C.N.R., dovrà presentare un coefficiente di resistenza non inferiore a 0,8 ed una resistenza alla compressione di almeno Kg.1.400 al cm<sup>2</sup>. Per ogni pavimentazione si dovranno impiegare cubetti della stessa natura e di colorazione uniforme. I singoli cubetti non dovranno presentare il fenomeno dei piano secondari di sfaldatura capaci di produrre la rottura degli elementi in opera. I cubetti vengono distinti a seconda della lunghezza in centimetri dei loro spigoli, nei seguenti assortimenti: 4/6, 6/8, 7/10, 9/12, 11/14, 12/16.

Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopra indicati per ogni assortimento, con le tolleranze di cui alla tabella U.N.I. 2.719. Ad ogni assortimento dovranno corrispondere i pesi minimi per ogni metro quadrato di pavimentazione del seguente prospetto:

cm	kg
4/6	100
6/8	130
8/10	185
10/12	240

Per ogni lavoro sarà stabilita in precedenza dall'Amministrazione l'assortimento che si dovrà impiegare. La Direzione Lavori potrà ordinare la cernita e l'eliminazione dei cubetti che non rispondessero alle prescrizioni di cui sopra e rifiutare le partite deficienti.



### 6.2.3. POSA IN OPERA DEI CUBETTI

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione di calcestruzzo realizzata con cemento classe 32,5 R a 250 Kg/mc oppure su uno strato in conglomerato bituminoso tout-venant dello spessore di almeno 10 cm realizzato secondo le specifiche degli strati di base, o, infine, su massiciata cilindrata, secondo quanto stabilito dal progetto o ordinato dalla Direzione lavori. Tra lo strato di fondazione realizzato in uno dei tre modi sopra menzionati e la pavimentazione in cubetti verrà interposto uno strato di sabbia dello spessore di cm. 10.

La sabbia dovrà essere silicea, pulita, praticamente esente da argilla, terriccio e altri materiali estranei; la dimensione massima dei granuli non dovrà superare i mm 7. La posa dei cubetti dovrà essere fatta a regola d'arte e nel modo più accurato, così che i giunti risultino il più possibile serrati, e gli archi perfettamente regolari e tali da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile. I giunti dovranno risultare sfalsati di corso in corso e gli elementi dovranno essere disposti secondo dimensioni regolarmente crescenti dalle imposte verso la chiave.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere seguita in ripetute riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg. 20. Il pavimento verrà ricoperto, dopo la battitura, con un sottile strato di sabbia vagliata avente elementi di dimensioni non superiori ai mm. 2; la sabbia verrà fatta penetrare mediante scope ed acqua in tutte le connessioni, in modo da chiudere completamente. Regolarizzati i piani, e corrette le eventuali deficienze di sagome e di posa, si procederà all'ultima battitura, che dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

Salvo diversamente previsto dal progetto o ordinato dalla DL, si dovrà provvedere alla sigillatura dei giunti con mastice bituminoso. Detto lavoro dovrà essere eseguito, salvo le diverse altre disposizioni dalla Direzione Lavori, non prima che siano trascorsi 20 giorni dalla apertura della strada pavimentata, secondo quanto prescritto nel "Capitolato Tecnico (Prescrizionale e Prestazionale) per la sigillatura di pavimentazioni lapidee" in calce alle presenti Norme Tecniche.

In alternativa alla posa su sabbia è prevista la posa su malta costituita da sabbia e cemento 32,5 R a 400 Kg/mc sempre dello spessore di cm 10. In tal caso verrà sempre la successiva sigillatura dei giunti sarà normalmente effettuata con boiaccia di cemento 32,5 R fluida.

La disposizione dei cubetti avverrà secondo la caratteristica apparecchiatura (ad archi contrastanti o a ventaglio) con angolo al centro di 90° raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta, salvo i particolari adattamenti locali che saranno disposti di volta in volta dalla Direzione Lavori in corrispondenza degli incroci o di speciali configurazioni planimetriche. In ambienti di particolare importanza architettonica la Direzione Lavori potrà richiedere che venga adottata l'apparecchiatura con il raggruppamento degli archi (a ventaglio).

I cubetti, che a lavorazione ultimata appaiono deteriorati, o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura ed a carico dell'Appaltatore, con materiale sano.

Quando la pavimentazione sia interessata da binari tranviari, si dovrà provvedere al sicuro e completo costipamento delle tratte comprese tra traversa e traversa. A tale scopo la ghiaia e il pietrisco del ballast dovranno essere costipati con sabbia fatta penetrare mediante ripetute bagnature e battiture. Assicuratisi del buon assestamento del letto di posa compreso tra le traversine, si procederà alla posa dei cubetti. A pavimentazione ultimata e trafficata non dovranno risultare cedimenti del letto di posa che lascino in rilievo le zone corrispondenti alle traverse. Tra le rotaie i cubetti dovranno essere disposti secondo falde in modo da assicurare il regolare scolo delle acque.

Nel caso di riparazioni locali o di manomissioni, prima di addivenire a rifacimento della fondazione si dovrà porre particolare cura al costipamento del terreno sottostante. Tutte le opere dovranno essere regolate in modo che a lavoro ultimato le zone rifatte si trovino in condizioni del tutto rispondenti sia per apparecchiature che per sagoma piani e quote, a quelle della pavimentazione circostante.

Sarà cura e spese dell'Appaltatore porre in opera durante tutte le fasi di lavoro tutta la segnaletica di cantiere sia fissa che mobile, notturna e diurna, in tutto conforme alla normativa vigente ed in particolare a quanto disposto dal Nuovo Codice della Strada.

### 6.2.4. RESPONSABILITÀ CONSEGUENTI ALLA CONSEGNA DEI LAVORI

L'Appaltatore all'atto della consegna dei lavori dovrà fare le sue eventuali accezioni circa la natura e la consistenza del sottofondo, anche se in relazione alle opere eventualmente eseguite in precedenza per la posa o la sistemazione delle condutture dei pubblici esercizi, perché di ogni difetto o deficienza che comparisse poi nella pavimentazione, anche se dovuta a cedimenti o guasti del sottofondo ed anche nel caso che quest'ultimo non sia stato eseguito dall'Appaltatore, esso ne sarà comunque responsabile.



#### 6.2.5. MANUTENZIONE DELLE OPERE

L'Appaltatore dovrà provvedere alla manutenzione gratuita della pavimentazione per un periodo due anni dalla data di compimento delle opere, data che dovrà essere sempre fissata con apposito verbale da redigersi su richiesta dell'Appaltatore medesimo. Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'Appaltatore, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita nel modo più opportuno e tempestivo, provvedendo immediatamente di volta in volta alle riparazioni necessarie senza che occorran per questo speciali inviti da parte della Direzione Lavori. Se però l'Appaltatore ritardasse più di tre giorni ad eseguire le riparazioni richieste con un invito particolare, la Direzione lavori avrà la facoltà di eseguire direttamente le opere necessarie a spese dell'Appaltatore.

#### 6.2.6. COLLAUDO DELLE OPERE

All'atto del collaudo, la pavimentazione dovrà comparire in ottimo stato di manutenzione, senza depressioni, cedimenti, tracce di sgretolamento e arrotondamento dei giunti, o dislivelli e discontinuità, tra i singoli elementi.



---

**CAPITOLO 7. PAVIMENTAZIONI IN CIOTTOLI**

---

**7.1. RIPRISTINI LIMITATI DI TRATTI DI PAVIMENTAZIONE**

---

Per ripristini limitati di pavimentazione si eseguirà la rimozione dei ciottoli sconnessi eseguendo le opportune operazioni di cernita e pulizia dei ciottoli riutilizzabili, l'integrazione dei ciottoli mancanti, dovrà essere rimossa la terra grassa del vecchio fondo, sostituita con una strato di ghiaietto e sabbia granulata eventualmente mista a cemento 32,5 R in quantità di 150/200 kg. al metro cubo di altezza media uguale a cm.6, con controllo della quantità in modo che risulti sufficiente al ripristino del selciato; indi si eseguirà la posa secondo le metodologie tradizionali, compreso l'intasamento e la stuccatura e da ultimo la raccolta dei detriti, il relativo smaltimento e la posa in opera della segnaletica conforme alla normativa vigente.

**7.2. NUOVE PAVIMENTAZIONI**

---

Per tratti consistenti di nuova pavimentazione si provvederà a stendere sul sottofondo opportunamente preparato come per le pavimentazioni in cubetti di porfido (Cfr. capitolo relativo) un letto di sabbia granulata eventualmente mista a cemento R 325 in quantità di 150/200 kg. al metro cubo di altezza media non inferiore a cm.6.

I ciottoli dovranno essere piantati nel sottofondo, di punta e perfettamente in piedi; nella loro posa sarà sempre scrupolosamente seguita la consuetudine di collocarli in modo ordinato, tale che i più piccoli vengano a trovarsi in fregio al marciapiede, ed i più grossi in fregio ai trottatoi o alla parte centrale della carreggiata.

La posa dei ciottoli dovrà avvenire con la massima cura per fare in modo che riescano ben serrati da non poter essere tolti, disposti su un piano uniforme, senza depressioni o rialzi.

Una volta eseguito, il selciato dovrà essere battuto regolarmente a più riprese; da ultimo dovrà essere steso lo strato finale di sabbia eventualmente (se richiesto dalla Direzione lavori) premiscelata con cemento R 325 nelle proporzioni sopra dette per uno spessore di cm.2, che si lascerà a protezione della superficie eseguita.

Tanto il sottofondo, che la copertura dovranno essere abbondantemente bagnati.

La battitura del selciato dovrà avvenire dopo la sua riformazione completa e dovrà essere eseguita regolarmente dai selciatori; qualora si dovessero verificare guasti od alterazioni di qualsiasi tipo sul piano stradale dovuti a restauri mal eseguiti, dovranno essere riparati a spese e cura dell'appaltatore senza ulteriori compensi. Nelle ricostruzioni di selciato e' fatto obbligo all'assuntore di reimpiegare tutti i ciottoli vecchi disponibili, in modo tale che possano formare una superficie omogenea con la restante parte di selciato; per il completamento del restauro si dovranno usare solo ciottoli morfometricamente simili a quelli già presenti.

Per quanto riguarda le nuove pavimentazioni si dovranno impiegare ciottoli preventivamente approvati dalla Direzione lavori e comunque con asse minimo di cm. 9-10.



---

**CAPITOLO 8. PAVIMENTAZIONI IN PIANELLE DI PORFIDO**

---

La pavimentazione dovrà essere realizzata utilizzando piastrelle e lastre in porfido del Trentino di spessore compreso tra i 3 ed i 5 cm., eventuali variazioni in merito agli spessori dovrà essere concordata o richiesta dalla Direzione Lavori. Le piastrelle avranno larghezza di 15 o 20 cm. e lunghezza a correre, dovranno avere le coste lavorate o fresate, mentre la faccia a vista e quella inferiore saranno a piano naturale di cava.

La posa avverrà su massetto di calcestruzzo con pendenze idonee previa stesa di boiaccia di cemento fino a trasbordo per uno spessore medio compreso tra i 2 ed i 5 cm.; fatta l'operazione di posa si procederà al riempimento delle fessure sempre con malta di cemento fino semiliquida, provvedendo poi alla marcatura dei riquadri ed alla eventuale stilatura.

Avvenuta la presa e la fase di maturazione della malta si eseguirà una pulitura superficiale con segatura o altro al fine di presentare la pavimentazione pulita e perfettamente complanare, indi si provvederà all'apertura al pubblico passaggio della zona pavimentata.



---

**CAPITOLO 9. DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE**

---

**9.1. GENERALITÀ**

---

Ogni nuovo pozzetto per la raccolta delle acque meteoriche sarà collegato direttamente e singolarmente agli sghembi predisposti nella fognatura, salvo diversa previsione progettuale o formale ordine della Direzione lavori, e salvo i casi in cui, come (a.e. piazzali, parcheggi) si renda necessaria una rete di smaltimento acque alla fognatura pubblica.

Il collegamento del pozzetto allo sghembo o all'eventuale collettore di acque bianche sarà realizzato mediante tubazione in gres, PVC o PE ad alta densità con diametro normalmente pari a 160 mm. La tubazione sarà sempre connessa al pozzetto attraverso un sifone realizzato in gres. L'utilizzo di tale materiale per il sifone consente di effettuare la disostruzione mediante idranti ad alta pressione.

Nel caso si renda necessaria una rete separata per le acque meteoriche i diametri andranno calcolati in funzione del numero di pozzetti allacciati al tubo in questione.

L'allacciamento alla fognatura pubblica avverrà in corrispondenza degli sghembi esistenti o, in mancanza, di sghembi predisposti appositamente nel quadrante superiore della tubazione esclusivamente mediante l'impiego di carotatrici rifiniti mediante apposito elemento in gres atto a ricevere tubazione in gres o PVC DN 160.

Marciapiedi e aree di sosta a lato carreggiata avranno di norma pendenza a scaricare verso il centro strada, ciò allo scopo di agevolare la pulizia di tali parti dello spazio stradali che sono le più difficili da pulire con mezzi meccanici e, nel contempo, quelle dove l'esigenza di pulizia è maggiore. Inoltre, in caso di malfunzionamento del drenaggio, con tale accorgimento eventuali ristagni non coinvolgono aree normalmente percorse dai pedoni

Lo scolo delle acque meteoriche dalle piste ciclabili in sede riservata dovrà essere oggetto di particolari accorgimenti. Si ritiene preferibile in genere l'adozione di sistemi a bocca di lupo in quanto evitano la presenza di caditoie a griglia potenzialmente pericolose per i ciclisti. Data però la contemporanea esigenza di contenere entro gli 8 cm le altezze della parte a vista del cordolo per evitare l'urto con i pedali è possibile per non ridurre eccessivamente la sezione utile della bocca, ricorrere a bocche di lupo metalliche, eventualmente integrate da caditoie purché entro i 25 cm di ingombro laterale a partire dal cordolo. A tale scopo potrà essere prevista l'adozione di caditoie di ridotto formato o a sviluppo lineare (canaline).

Particolare attenzione deve essere posta a griglie e chiusini che cadano entro la pista e non possano essere spostati o eliminati. In tale caso occorre prestare particolare attenzione all'aderenza in tutte le condizioni che le superfici di questi manufatti offrono. La soluzione standard da adottarsi, anche nel caso delle piste è quella dei chiusini rivestibili superiormente con la stessa pavimentazione della pista. Occorre in ogni caso evitare superfici metalliche con scolpitura di profondità inferiore a 3 mm. Nel caso delle griglie l'asse delle fessure dovrà sempre risultare ortogonale a quello della pista sia per evitare il cosiddetto effetto "binario" sia per migliorare l'aderenza complessiva.

Chiusini e griglie devono essere orientati secondo l'asse del percorso e, per quanto possibile, interamente contenuti della sede ciclabile.

Eventuali griglie non eliminabili dovranno comunque avere gli elementi lineari che le compongono orientati perpendicolarmente alla direzione di moto ovvero avere forme non lineari opportunamente studiate per congiurare il c.d. effetto "binario".

Le opere di drenaggio sono di seguito distinte in caditoie, allacciamenti, condotti sussidiari di drenaggio così definiti:

"Caditoie a biscotto" o "a bocca di lupo": opere che servono a raccogliere e smaltire l'acqua piovana che cade sulla superficie stradale.

"Allacciamenti": sistema di connessione diretto tra caditoie a biscotto o bocca di lupo e ricettore.

"Condotti di drenaggio": condotto sussidiario di raccolta delle acque di piattaforma stradale e riconsegna unitaria al ricettore.

Le caditoie a biscotto o bocca di lupo sono pozzetti costituiti da pezzi speciali intercambiabili di cemento armato prefabbricato con griglia o coperchio in ghisa sferoidale conforme alle norme UNI 4544-74 del tipo GS 500-7 a norma ISO 1083 conforme alla classe D400 della norma UNI EN 124 con carico di rottura > 400 kN per la posa in sede di carreggiata su telaio in ghisa sferoidale (C 250 per la posa in sede di marciapiede).



Il dimensionamento e le caratteristiche dei chiusini dovranno rispondere alle prescrizioni della norma UNI EN 124. Il chiusino a caditoia per carreggiata avrà luce netta dei vari elementi di 450 mm.

Il collegamento "diretto" prevede: caditoia, pozzetto in cemento prefabbricato tipo Milano, sifone mortara  $d = 0,16$  m in gres, tubazione  $d = 0,16$  m in gres, PVC sere pesante o pead da collegare allo sghebo  $d = 0,20$  m della tubazione fognaria più vicina e dei condotti di drenaggio.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia o saldati/"manicottati" per i pezzi speciali in polietilene.

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in cls; la superficie del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Il collegamento "indiretto" prevede, oltre a quanto indicato sopra, la formazione di una rete sussidiaria in tubazioni di gres, pvc, pead o (per diametri superiori a 40 cm) calcestruzzo armato centrifugato con pozzetti d'ispezione in c.a. di dimensioni interne  $1.00 \times 1.00$  prefabbricati ad anelli con chiusino in g.s. del tipo GS 500-7 a norma ISO 1083 con coperchio circolare luce netta passo d'uomo mm 600, posti ad una distanza opportuna, le cui altezze, in alcuni casi, potranno essere condizionate dalle strutture dei manufatti sotterranei. Si dovranno adottare tubazione in pead corrugato per diametri sino a 400 mm compreso ed in c.a.n. a compressione radicale per fognature per i diametri superiori (si veda il paragrafo "tubi prefabbricati in conglomerato semplice o armato per le relative prescrizioni).

Per la posa dei condotti l'appaltatore dovrà realizzare un letto di posa in sabbia con uno spessore pari ad almeno 2 volte l'altezza di parete del tubo ad fine di evitare che la sommità della costola vada a poggiare su terreno non idoneo. Il riempimento dovrà essere con compattazione per strati successivi di 30 cm di sabbia sino ad almeno 1 m di copertura sull'estradosso superiore del tubo. Il collaudo idraulico sulla tenuta delle condotte installate dovrà essere eseguito con la chiusura con tappi amovibili di tratti di condotta sottoposti successivamente a pressione statica applicata con piezometro o con pompa da collaudo a 0.50 bar o maggiore.

Sono a carico dell'Appaltatore i disegni di rilievo delle pozzettature eseguite e comprenderanno:

una o più planimetrie in scala 1:200 ricavate da uno stralcio della cartografia in uso;

su di esse dovranno essere indicati:

- il tracciato del condotto posato, quotato planimetricamente;
- la denominazione delle strade nelle quali il condotto è stato posato;
- la sezione del medesimo;
- le camerette di ispezione, quotate planimetricamente;
- il senso e il valore della pendenza;
- gli sghebi di immissione, quotati planimetricamente;
- la distanza del condotto dal filo dei fabbricati o dai punti fissi in modo da potere essere individuato anche con eventuali cambiamenti di direzione;
- i condotti preesistenti che fossero eventualmente demoliti, opportunamente evidenziati;

Per tutte le opere inerenti alla pozzettatura stradale non descritte nel presente capitolato tecnico dovranno essere osservate le prescrizioni esecutive contenute nelle Norme Tecniche del Comune di Milano.

## 9.2. TUBI IN P.V.C. RIGIDO

I tubi in policloruro di vinile con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, saranno posti in opera previa regolarizzazione del fondo dello scavo per dare le pendenze volute su letto di calcestruzzo magro e di altro materiale inerte (sabbia o ghiaietto) secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.



La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubo ed inviarli a cura e spese dell'Impresa ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non idonei.

In ogni caso le tubazioni ed i pezzi speciali impiegati per uso stradale per le rispettive classi, dovranno essere rispondenti alla normativa UNI 7447-75 ovvero alle vigenti norme ISO o DIN.

### 9.3. TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD)

---

Le tubazioni in pead corrugato dovranno essere conformi alle norme Din 16961, 16566, ISO EN 9969, CEN/TC 155 WI 051: 052:053, ASTM F892-84.

Le tubazioni in polietilene ad alta densità saranno costituite per avvolgimento a spirale su un mandrino profilato in pe estruso, dovranno essere o con doppio manicotto e guarnizione (conforme alle norme CEN) o con saldatura di testa.

Le tubazioni, corrugate esternamente e con parete interna liscia, dovranno avere classe di rigidità anulare SN = 4 kN/mq rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969. Dovranno presentare delle predisposizioni per nuovi allacciamenti ogni 10 m alternativamente in destra e sinistra a 45° nel terzo superiore.

Le tubazioni dovranno essere marcate (stampata sul tubo oppure applicata con etichette conformi al tipo a "durevole anche durante l'utilizzo") secondo le prescrizioni della CEN - tabella 25, sono: numero del documento normativo e data di edizione, nome e simbolo del produttore, classe di rigidità (indicata con SN), materiale (PE), tipo di struttura del tubo, codice dell'area di applicazione (U per applicazione all'esterno degli edifici), informazioni generali (mese, anno di produzione e stabilimento di produzione), marchio di approvazione.

### 9.4. TUBAZIONI ED ALTRI PRODOTTI IN GRES CERAMICO

---

Si rimanda qa quanto contenuto nelle Norme tecniche allegate all'AEP comunale con validità dal 1 Gennaio 2014

### 9.5. POZZETTI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

---

I pozzetti in cls. dovranno essere conformi ai tipi corrispondenti citati nell'Elenco Prezzi, dovranno altresì essere confezionati a regola d'arte sia per quanto riguarda i materiali componenti (ferri di armatura compresi) che le opportune lavorazioni. I pozzetti dovranno essere tali che il pezzo costituente l'anello aperto appoggiato su uno dei due lati liberi non dovrà rompersi sotto l'azione di un carico concentrato di Kg. 200 applicato progressivamente sull'altro lato libero nel punto di incontro delle sue diagonali. Inoltre sono a carico dell'appaltatore ogni onere relativo e prestazioni di manodopera, opere provvisoriale, di protezione, attrezzi, e quanto necessario alla precisa e corretta esecuzione dei lavori di posa in opera a perfetta regola d'arte. L'opera comprende l'esecuzione del piano di posa in calcestruzzo dello spessore minimo di 20 cm. e ove necessarie le sigillature cementizie, lisciature, riprese, ecc. per rendere sempre perfettamente funzionante il manufatto posato.

E' da escludersi il getto in opera del fondo del pozzetto; dovrà invece sempre essere impiegato l'anello con fondo previsto nelle voci dell'Elenco Prezzi.

La Direzione Lavori potrà fare eseguire sempre, a spese dell'appaltatore, tutte le prove che riterrà opportune e necessarie per stabilire il grado di solidità dei pezzi che vengono forniti così come le prove in opera atte a verificare la bontà della messa in opera dei manufatti.

Per i pozzetti stradali di raccolta delle acque meteoriche, è in ogni caso da escludersi l'utilizzo di manufatti prefabbricati monoblocco ma dovrà essere utilizzato un sifone esterno al manufatto stesso, quest'ultimo normalmente in gres allo scopo di fornire un'adeguata resistenza nel corso degli interventi di spurgo impieganti acqua ad alta pressione.

I pozzetti di raccolta delle acque meteoriche dovranno normalmente essere composti da un anello di fondo e due anelli di prolunga.



---

**CAPITOLO 10. CHIUSINI E DI GRIGLIE IN GHISA**

---

I Chiusini e le griglie in ghisa grigia o in ghisa sferoidale dovranno essere realizzate secondo la norma UNI EN 124 secondo le diverse classi di impiego.

In particolare in carreggiata e in banchina occorrerà impiegare, nei lavori per conto del Comune di Milano, chiusini e griglie del tipo D400, fatta salva la possibilità del progettista o del DL di prescrivere, in casi di particolari sollecitazioni da traffico pesante, classi superiori.

Nei marciapiedi e delle piste ciclabili in sede riservata occorrerà impiegare elementi della classe C250 (carico di rottura 250 KN pari a 25 T).

Nei marciapiedi e nei percorsi ciclabili saranno da preferirsi, nelle ristrutturazioni, nelle nuove costruzioni e ogniqualvolta possibile, i chiusini cosiddetti "pavimentabili" altrimenti detti "sigilli" o "chiusini a riempimento". In quanto garantiscono la continuità della pavimentazione.

Tutti i chiusini e le griglie, anche su carreggiata, dovranno garantire aderenza non inferiore a 0,40 sia nell'accoppiamento cuoio-pavimentazione asciutta sia in quello gomma-pavimentazione bagnata, valori da misurarsi secondo il metodo della British Ceramic Research Association.

Le opere per la posa in opera di griglie e chiusini in ghisa constano in particolare nella formazione del piano di posa con idonea malta cementizia, la posa del telaio, del relativo coperchio, provvedendo a cura e spese dell'Appaltatore agli sbarramenti e alla messa in opera della segnaletica necessaria prescritta dalle normative sulla sicurezza e dal Nuovo Codice della Strada. L'opera comprende altresì ove necessarie le sigillature cementizie, lisciature, riprese, ecc. per rendere sempre perfettamente funzionante il manufatto posato.

Le operazioni di cui al presente paragrafo seguono rigorosamente quanto indicato dal produttore nelle norme di posa che l'appaltatore fornirà alla Direzione Lavori preventivamente all'accettazione del materiale e, per quanto non contenuto in tali norme, dal Rapporto Tecnico UNI/TR 11256.



---

**CAPITOLO 11. GRIGLIATI METALLICI PER POZZETTI, INTERCAPEDINI E SIMILI**

---

**11.1. GENERALITÀ**

---

I grigliati di cui al presente paragrafo sono utilizzabili solo su marciapiedi resi fisicamente inaccessibili da parte di veicoli a motore. Nel caso di strade e/o edifici di nuova costruzione non sono ammesse griglie a meno di 225 cm di distanza dal cordolo.

Le griglie saranno costituite da bacchette metalliche disposte su telaio metallico in direzione perpendicolare alla direzione di percorrenza del percorso pedonale con passo tale da non consentire la caduta di una sfera di diametro pari a 20 mm.

L'estradosso delle bacchette sarà opportunamente zigrinato o in altro modo lavorato in modo da garantire sufficiente aderenza (non inferiore a 0,40 sia nell'accoppiamento cuoio-pavimentazione asciutta sia in quello gomma-pavimentazione bagnata, valori da misurarsi secondo il metodo della British Ceramic Research Association).

Le griglie e i relativi telai e modalità di posa dovranno garantirne la resistenza, senza deformazioni permanenti a un carico costituito a 150 KN distribuito su un'impronta quadrata lato 40 cm collocata nel punto più gravoso. Per griglie più lunghe o larghe di 150 cm si considereranno più impronte di carico dello stesso tipo distanziate di 120 cm.

Le opere per la posa in opera di grigliati metallici di qualsiasi tipologia comprendono la formazione della sede del telaio, le immorsature per l'alloggiamento delle zanche, la posa del telaio e dei pannelli. Inoltre sono a carico dell'Appaltatore le spese per agli sbarramenti e alla messa in opera della segnaletica necessaria prescritta dalle normative sulla sicurezza e dal Nuovo Codice della Strada così come ogni onere relativo e prestazioni di manodopera, opere provvisorie di protezione, attrezzi, e, quanto necessario alla precisa e corretta esecuzione dei lavori. L'opera comprende ove necessarie le sigillature cementizie, lisciature, riprese, ecc. per rendere sempre perfettamente funzionante il manufatto posato.

Le operazioni di cui al presente paragrafo seguono rigorosamente quanto indicato dal produttore nelle norme di posa che l'appaltatore fornirà alla Direzione Lavori preventivamente all'accettazione del materiale e, per quanto non contenuto in tali norme, dal Rapporto Tecnico UNI/TR 11256.

**11.2. GRIGLIE IN ACCIAIO**

---

Per la fusione delle griglie dovrà essere usato acciaio colato di prima qualità ed avente una resistenza alla trazione non inferiore a Kg. 50 per millimetro quadrato ed un allungamento di rottura superiore al 12%. Le prove di resistenza, saranno eseguite nei laboratori legalmente riconosciuti individuati dalla Direzione lavori, su barrette di saggio provenienti dalle fusioni per le colate delle griglie fornite o a barrette staccate da griglie già consegnate, ed in quest'ultimo caso non dovranno subire ulteriori processi di ricottura. Le barrette di saggio, provenienti dalle colate e che saranno state sottoposte allo stesso processo di ricottura dei pezzi finiti, avranno le teste sagomate secondo le forme e dimensioni prescritte dai predetti laboratori. Nell'esecuzione di queste prove si osserveranno le norme vigenti stabilite per l'accettazione dei materiali ferrosi.

Tutte le superfici di appoggio della griglia col telaio dovranno essere rettificare alla macchina, in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento. La griglia dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza di altezza in meno; come pure la griglia non dovrà avere un maggior gioco nel telaio di quello indicato nel tipo.

Verranno senz'altro rifiutati materiali che presentassero difetti di fusione anche se mascherati con piombo, stucco od altro; o non avessero le forme e dimensioni stabilite; non presentassero le superfici di appoggio perfettamente lavorate e combacianti; presentassero per ciascun pezzo un peso inferiore al 4% di quello stabilito. Il fornitore è tenuto a sostituire con materiale nuovo tutti i pezzi che subiscono guasti o rotture durante il trasporto, durante ed in seguito alla loro posa in opera, quando tali rotture risultassero dipendenti da difettosa struttura o da qualità non corrispondente alle presenti prescrizioni.

Sono a carico del fornitore, tutte le spese inerenti alla consegna del materiale.



---

**CAPITOLO 12. MARCIAPIEDI E PERCORSI PEDONALI IN GENERE**

---

La larghezza dei marciapiedi non deve normalmente essere inferiore a 225 cm allo scopo di consentire il corretto inserimento di palificazioni, passi carrai e dispositivi per il superamento delle barriere architettoniche.

La larghezza dei marciapiedi va comunque dimensionata, come previsto dalle norme vigenti, in relazione ai flussi pedonali prevedibili, alla presenza di esercizi commerciali (sosta di fronte alle vetrine, tavolini ecc), servizi pubblici (in particolare scuole), chioschi, edicole ecc.

Al fine di agevolare la circolazione dei soggetti anche temporaneamente a mobilità limitata, qualunque punto dovrà essere garantita una larghezza minima percorribile pari a 150 cm, riducibile a 90 cm in casi particolari. Qualsiasi cambio di direzione dovrà avvenire in piano; dove sia indispensabile effettuare svolte ortogonali al senso di marcia, come in corrispondenza degli attraversamenti occorrerà disporre di una zona in piano e libera da ostacoli lunga almeno 170 cm e larga almeno 100 cm.

La pendenza trasversale (in direzione ortogonale alla direzione di percorrenza da parte degli utenti non deve normalmente superare l'1%. La pendenza in senso longitudinale (parallela alla direzione di percorrenza) non deve normalmente superare il 5%, salvo il caso degli scivoli per il superamento di piccoli dislivelli (cordoli, soglie) fino ad un massimo di 15 cm, nei quali la pendenza può arrivare al 15%.

La differenza di quote lungo i percorsi e gli attraversamenti pedonali superabile senza ricorso a rampe o scivoli non potrà superare i 25 mm; il gradino in questione dovrà essere arrotondato o smussato.

Il dislivello tra marciapiede e zone carrabili ad esso adiacenti, misurato al cordolo, non può superare i 15 cm. Per dislivelli maggiori è necessario proteggere il salto con transenne, parapetti o analogo dispositivo.

La pavimentazione dei percorsi pedonali dev'essere antisdrucciolevole e, in particolare, garantire un coefficiente di aderenza, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association, non inferiore a 0,40 sia nell'accoppiamento cuoio-pavimentazione asciutta sia in quello gomma-pavimentazione bagnata.

Eventuali giunture o fughe non devono eccedere i 5 mm di larghezza, eventuali risalti i 2 mm.

Eventuali griglie non dovranno essere attraversabili da una sfera di 1 cm di diametro ed avere elementi paralleli disposti ortogonalmente al senso di marcia.

Gli attraversamenti pedonali soggiacciono alle stesse norme geometriche dei percorsi pedonali di cui fanno parte.

Nelle strade a traffico particolarmente intenso o con più di due corsie per senso di marcia occorre normalmente predisporre un'isola salvagente larga almeno 150 cm (valore da aumentarsi a 200 cm quando no sia da escludersi la presenza anche occasionale di biciclette). In corrispondenza dell'attraversamento l'isola si interrompe con un varco largo quanto la larghezza prevista per l'attraversamento in funzione dei flussi pedonali previsti e comunque non inferiore a 250 cm salvo documentata carenza di spazi.

---

**12.1. MASSETTO DI SOTTOFONDO PER MARCIAPIEDI**

---

Il calcestruzzo di cemento da utilizzare per realizzare il sottofondo dei marciapiedi in asfalto colato o in conglomerato bituminoso, dovrà essere dello spessore di cm 12, con dosaggio di cemento a ql. 1,5 (R=325); all'occorrenza in fase di progetto o di Direzione lavori si potrà prevedere l'inserimento di rete elettrosaldata a maglie quadre lato cm. 15 e diametro 6 mm.

Al calcestruzzo verrà dato di regola, salvo diverse particolari indicazioni, profilo a falda piana con pendenza costante del 3% verso la cordonatura.

Il piano di posa sarà, prima, accuratamente innaffiato e costipato con mezzi idonei e livellato, dichiarandosi l'Appaltatore responsabile di tutti i cedimenti che, per insufficiente costipamento del suolo e per altre cause qualsiasi dipendenti dalle esecuzioni delle opere, avesse a manifestarsi nella pavimentazione.

Il calcestruzzo per la formazione della fondazione dovrà essere di volta in volta impastato con apposita macchina impastatrice nella sola quantità che può essere subito messa in opera.

Il calcestruzzo dovrà essere battuto, livellato e frattazzato in modo da risultare ben costipato e, con una superficie perfettamente parallela a quella prevista per il manto in colato.

Per difendere il calcestruzzo appena posato dai passaggi dei pedoni, l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese alle apposite protezioni ed ai panconi per mantenere l'accesso alle proprietà private ed ai negozi, così



come alla segnalazione dei manufatti sporgenti (chiusini o altro) che potessero creare pericolo e inciampo per la circolazione.

## 12.2. MANTO IN ASFALTO COLATO PER MARCIAPIEDI

Lo strato superficiale dei marciapiedi può essere costituito d'asfalto colato dello spessore di 20 mm. Prima di procedere alla stesa dell'asfalto colato il sottofondo in calcestruzzo dovrà essere ricoperto da un leggero strato di sabbia.

Prima di procedere alla stesa dell'asfalto colato il sottofondo in calcestruzzo dovrà essere ricoperto da un leggero strato di buona sabbia.

### 12.2.1. AGGREGATI

L'*aggregato grosso* sarà formato da graniglia, derivante da frantumazione di rocce o ghiaie sane, o da ghiaino tondo che di cava o di fiume dovranno avere granulometria compresa tra i 2 mm e 10 mm. La D.L. potrà a proprio giudizio non consentire l'utilizzo di materiali troppo ricchi di pezzi lamellari o eccessivamente allungati. La graniglia ed il ghiaietto dovranno essere privi di elementi decomposti od alterati e risultare puliti, esenti di polvere, argilla, terriccio, materie organiche o altri elementi estranei.

L'*aggregato fino* dovrà essere formato da sabbie silicee, vive ed aspre al tatto, pulite, passanti al setaccio 2 mm ed esenti da polvere, argilla, terriccio ed altre materiali estranei.

Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.23.1 e Tab.23.2.

Il *filler* dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.23.3.

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 1	%	f <sub>1</sub>
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	≤ 20	%	LA <sub>20</sub>
Dimensione massima	EN 13043	12.5	mm	D

**Tab. 23.1 – AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)**

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalente in sabbia	CNR 27-72	≥ 55	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 3	%	f <sub>3</sub>

**Tab. 23.2 – AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)**

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Passante a setaccio 2 mm	EN 933-10	100	%
Passante al setaccio 0.125 mm		85-100	
Passante al setaccio 0.063 mm		70-100	
Indice di Plastico	CNR-UNI 10043	NP	

**Tab. 23.3 – FILLER**

### 12.2.2. BITUME

Il bitume utilizzato potrà avere gradazione 30/45, 35/50 oppure 40/60. Le relative caratteristiche sono riportate in Tab. 23.4.



Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Bitume 30/45	Bitume 35/50	Bitume 40/60	Unità di misura
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	30-45	35-50	40-60	dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	52-60		46-54	°C
Punto di Rottura – Fraass	UNI EN 12593	≤ - 5	≤ - 8	≤ - 8	°C
Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento	UNI EN 13399	≤ 3	≤ 3	≤ 3	°C
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-1	≥ 0.1	≥ 0.1	≥ 0.1	Pa*s
<b>Valori dopo RTFOT</b>					
Penetrazione residua	UNI EN 1426	≥ 53	≥ 53	≥ 50	%
Incremento punto rammollimento	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11	≤ 11	°C

**Tab.18.4 – BITUMI NORMALI 30-45, 35-50 E 40-60****12.2.3. MISCELA**

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 6: Asfalto Colato) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.23.2):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
12.5	100	100
10	75	100
8	70	95
6.3	65	90
4	59	78
2	50	65
1	43	58
0.5	35	50
0.25	30	42
0.125	25	35
0.063	20	28

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

**Tab. 18.5 – FUSO GRANULOMETRICO**

Le caratteristiche finali dell'asfalto colato dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108-6) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):



- In impianto  $\rightarrow 210\text{ °C} \geq T_{\text{imp}} \geq 240\text{ °C}$
  - In situ  $\rightarrow T_{\text{situ}} \geq 200\text{ °C}$
- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{\text{min}}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 6: Asfalto Colato):
- $B_{\text{min}} = 7.5\%$  (identificato con  $B_{\text{min}7.5}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{\text{min}}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{\text{inerti}} \geq 8,0\%$ .

#### 12.2.4. PRODUZIONE E POSA IN OPERA D'ASFALTO COLATO

La fusione, o preparazione del mastice, e la miscela dei vari componenti per la formazione del colato si dovranno eseguire a mezzo di caldaia munita di adatti mescolatori meccanici di tipo approvato dalla D.L. per la produzione di una miscela omogenea.

Gli impasti dovranno essere eseguiti a temperatura compresa tra  $210\text{ °C}$  e  $240\text{ °C}$ . La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore alle 5 ore, a meno che non si provveda al preriscaldamento degli aggregati mediante essiccatore a tamburo. Il trasporto al cantiere di applicazione si dovrà eseguire con le apposite bonze munite di mescolatore meccanico.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno  $180^\circ$  in un unico strato, a mezzo delle apposite spatole di legno.

L'asfalto colato dopo la stesa e il raffreddamento dovrà avere un peso per unità di volume non inferiore a  $2,3\text{ t/mc}$  e presentare alla prova di rammollimento un risultato compreso tra i  $72$  e gli  $85^\circ$ .

L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, e con curva granulometrica compresa tra  $1$  e  $3\text{ mm}$ .

A protezione dell'asfalto colato appena posato, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue cure e spese, all'installazione delle protezioni, ed ai panconi, per consentire il passaggio dei pedoni ai diversi accessi



**CAPITOLO 13. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO****13.1. STRATO DI FONDAZIONE**

La fondazione della massicciata sarà costituita da uno strato di sabbia e ghiaia, secondo la granulometria prevista dalle Tabelle CNR - UNI 10006 steso sopra un terreno stabilizzato meccanicamente fino a raggiungere un modulo di deformazione non inferiore a 300 Kg/cmq.

Tale strato dovrà essere costipato con mezzi meccanici appropriati, dopo averlo opportunamente bagnato in modo da corrispondere all'umidità ottima per il consolidamento (secondo Proctor).

Lo spessore della fondazione verrà fissato dal progetto o dalla D.L. e, normalmente, a cilindratura ultimata, sarà, per strade di nuova realizzazione di almeno 50 cm; il peso specifico apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello max ottenibile in laboratorio con il metodo AASHO (Standard), secondo quanto previsto dalla norma CNR 69/78.

Il modulo di deformazione, determinato secondo le norme CNR-B.U. n.9 del 11.12.67, non dovrà essere inferiore a 400 kg/cm<sup>2</sup>.

Il profilo dell'estradosso della fondazione sarà parallelo a quello del sottofondo.

La tabella seguente illustra i requisiti di accettazione degli aggregati per misti granulari naturali o corretti

Determinazione	Simbolo	Norma di riferimento	Requisito
Frazione > 4mm			
Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	≤ 30 %
Dimens. max.	Dmax	CNR 23/71	≤ 63 mm
Sens. al gelo	G	CNR 80/80	≤ 30 %
Frazione ≤ 4 mm			
Ind. plasticità	IP	CNR-UNI 10014	NP
Limite liquido	WL	CNR-UNI 10014	≤ 25 %
Equivalente in sabbia	ES	CNR 27/72	≥ 40 %
Passante setaccio 0,075		CNR 75/80	≤ 6 %

Prove sullo strato di fondazione

In corso d'opera ed in ogni fase di lavorazione, la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dello strato di fondazione alle prescrizioni del presente Capitolato.

Il risultato delle prove dovrà essere tenuto su apposito registro, ove saranno riportate le prove ed i controlli effettuati.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate in particolare mediante le seguenti prove di laboratorio:

- prove di carico su piastra (almeno una ogni 1000 m<sup>2</sup> e comunque una almeno per ciascun strato eseguito);
- analisi granulometrica (almeno una ogni 5000 m<sup>3</sup> di materiale e comunque una almeno per ciascun strato eseguito);



- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione passante al setaccio 0.4 UNI 2332 (almeno una ogni 5000 m<sup>3</sup> di materiale e comunque una almeno per ciascun strato eseguito);
- prove di densità in sito (almeno una ogni 1000 m<sup>2</sup> e comunque una almeno per ciascun strato eseguito);

### 13.2. STRATO DI BASE IN MISTO GRANULARE BITUMATO (TOUT VENANT BITUMATO)

Lo strato di base è l'elemento strutturale principale di una pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.

Lo strato di base impiega come aggregato lapideo un misto costituito da sabbia, ghiaia o pietrisco miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio esistente o ipotizzato.

#### 13.2.1. AGGREGATI LAPIDEI

Gli *aggregati lapidei* devono essere formati da sabbie, ghiaie e/o pietrisco. Gli elementi possono essere provenienti da cava, fiumi o depositi alluvionali, oppure essere ottenuti dalla frantumazione di materiali di cava e di fiume. Comunque gli aggregati devono essere costituiti da elementi litoidi non degradati, duri, di forma arrotondata o poliedrica; la sabbia in particolare dovrà essere esente da materie organiche. Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.27.1 e Tab.27.2.

Il *filler* dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.27.3.

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 1	%	f <sub>1</sub>
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	≤ 25	%	LA <sub>25</sub>
Dimensione massima	EN 13043	40	mm	D

**Tab. 27.1 – AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)**

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalentente in sabbia	CNR 27-72	≥ 45	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 3	%	f <sub>3</sub>

**Tab. 27.2 – AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)**

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Passante a setaccio 2 mm	EN 933-10	100	%
Passante al setaccio 0.125 mm		85-100	
Passante al setaccio 0.063 mm		70-100	
Indice di Plastico	CNR-UNI 10043	NP	

**Tab. 27.3 – FILLER**

#### 13.2.2. BITUME

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate in Tab. 27.4.



Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50-70	dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46-54	°C
Punto di Rottura - Fraass	UNI EN 12593	≤ - 8	°C
Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento	UNI EN 13399	≤ 3	°C
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-1	≥ 0.1	Pa*s
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	≥ 50	%
Incremento punto rammollimento	UNI EN 1427	≤ 11	°C

**Tab. 27.4 - BITUME NORMALE 50-70****13.2.3. MISCELA**

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.27.5):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
40	100	100
31.5*	90	100
25	80	100
20	70	98
16	58	88
14	51	83
12.5	46	78
10	40	70
8	35	65
6.3	31	60
4	25	50
2	18	38
1	13	30
0.5	7	22
0.25	5	16
0.125	4	11
0.063	3	7

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

**Tab. 27.5 - FUSO GRANULOMETRICO**

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo "della Pressa Giratoria" o "Marshall" e non dovrà comunque essere inferiore al 4 % in massa riferito alla massa degli inerti.

### **Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni: 11÷15 %;
- vuoti a 100 rotazioni: 3÷5 %;
- vuoti a 200 rotazioni: >2 %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.60 \geq R_t \geq 1.35$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $\geq 50$  N/mm<sup>2</sup>.

### **Studio di Fattibilità con Marshall**

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a T = 60 °C, stabilità Marshall compresa tra 0,8 e 1,5 kN e rigidità Marshall compresa tra 3,0 e 5,5 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $5 \leq V\% \leq 8$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.40 \geq R_t \geq 1.10$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta CTI  $\geq 60$  N/mm<sup>2</sup>.



Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo base dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):
  - In impianto →  $150\text{ °C} \geq T_{imp} \geq 180\text{ °C}$
  - In situ →  $T_{situ} = 140\text{ °C}$
- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{min}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):
  - $B_{min} = 3.8\%$  (identificato con  $B_{min3.8}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{min}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{inerti} \geq 4,0\%$ .

### 13.3. STRATO DI COLLEGAMENTO

Lo strato di collegamento in conglomerato bituminoso, che nella pratica delle costruzioni stradali è comunemente denominato con il termine di "binder", si colloca nella sovrastruttura come strato di transizione tra la base ed il manto di usura.

Il binder è costituito da sabbia e pietrischi miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio effettivo o ipotizzato.

#### 13.3.1. AGGREGATI

Gli *aggregati* per gli strati di collegamento formati da pietrischi, pietrischetti e graniglie devono derivare dalla frantumazione di materiali di cava, di fiume o da depositi alluvionali, costituiti da elementi non degradati, duri e durevoli, di forma poliedrica, con spigoli vivi, devono essere puliti e ruvidi al tatto, esenti da argilla, polvere e materiali organici. Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.27.6 e Tab.27.7 Le sabbie potranno essere naturali o di frantumazione.

Il *filler* dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.27.3 .

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	$\leq 1$	%	$f_1$
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	$\leq 25$	%	LA <sub>25</sub>
Dimensione massima	EN 13043	31.5	mm	D

Tab. 27.6 – AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)



Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalente in sabbia	CNR 27-72	$50 \leq ES \leq 80$	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	$\leq 3$	%	f <sub>3</sub>

**Tab. 27.7- AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)****13.3.2. BITUME**

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate in Tab.27.4.

**13.3.3. MISCELA**

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.27.8):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
31.5	100	100
20*	90	100
16	80	100
14	73	100
12.5	65	95
10	56	88
8	50	80
6.3	42	72
4	30	60
2	20	45
1	14	36
0.5	8	27
0.25	5	20
0.125	3	12
0.063	3	8

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

**Tab. 27.8 - FUSO GRANULOMETRICO**

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo "della Pressa Giratoria" o "Marshall" e non dovrà comunque essere inferiore a. 4,5 % in massa riferito alla massa degli inerti.

**Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;



- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni: 11+14 %;
- vuoti a 100 rotazioni: 3+5 %;
- vuoti a 200 rotazioni: >2 %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.60 \geq R_t \geq 1.35 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ .

#### **Studio di Fattibilità con Marshall**

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a T = 60 °C, stabilità Marshall compresa tra 10,0 e 16,0 kN e rigidità Marshall compresa tra 3,0 e 5,0 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $3 \leq V\% \leq 7$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.50 \geq R_t \geq 1.10 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $CTI \geq 70 \text{ N/mm}^2$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo binder dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):
  - In impianto  $\rightarrow 150 \text{ °C} \geq T_{\text{imp}} \geq 180 \text{ °C}$
  - In situ  $\rightarrow T_{\text{situ}} = 140 \text{ °C}$



- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{min}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):
- $B_{min} = 4.4 \%$  (identificato con  $B_{min4.4}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{min}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{inerti} \geq 4,6 \%$

#### 13.3.4. MODALITÀ ESECUTIVE

##### a) Predisposizioni

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. Essa dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovrà essere armonicamente proporzionata in tutti i suoi componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (confezione) alla fine (costipamento). Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Sia l'aggregato grosso che la sabbia ed il filler dovranno essere depositati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possano essere inquinate da terra, polvere o materiali estranei.

In particolare, a questo scopo, si dovrà evitare che le stipe poggino direttamente su terreno fangoso e che si depositino su di esse i fumi di depolarizzazione dell'impianto di confezione del conglomerato. I depositi dovranno essere allestiti in modo da evitare la segregazione del materiale, non dovranno quindi avere forma conica o piramidale con versamento degli aggregati dall'alto ma bensì forma prismatica appiattita e gli aggregati vi dovranno essere scaricati lateralmente.

Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati oltre il filler.

Il forno dovrà essere provvisto di un termometro per la determinazione della temperatura di uscita degli aggregati e dovrà essere tarato all'inizio e a metà lavoro. Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento dell'atmosfera. Il dosaggio degli aggregati caldi all'uscita del forno dovrà essere completamente automatico ed avvenire a peso.

Dovrà essere prevista una tramoggia separata di raccolta del filler il quale dovrà essere dosato a peso e provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni. Il dosaggio del bitume dovrà avvenire a peso. Il conglomerato confezionato potrà cadere direttamente nei cassoni degli autocarri adottati per il trasporto o essere temporaneamente raccolto in apposita tramoggia.

Sarà essenziale peraltro, ad evitare segregazione, che l'alimentazione degli autocarri avvenga a caduta diretta, senza l'intermediario di scivoli o piani inclinati.

I requisiti sopra esposti dovranno essere rispettati in fase di predisposizione qualora l'impianto venga ubicato in cantiere ovvero preventivamente accertati dalla Direzione Lavori, qualora l'Appaltatore proponga l'approvvigionamento presso un impianto di preconfezionamento esterno.

##### b) Confezionamento

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 160°C e 190°C e quella del legante tra 140°C e 170°C; la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140°C con bitume normale e 160°C con bitume modificato "soft".

Il conglomerato caldo dovrà essere trasportato sul luogo di impiego mediante autocarri ribaltabili in numero sufficiente ad assicurare la continuità della produzione.

Per distanze di trasporto molto lunghe, e nel caso dell'esecuzione dei lavori nella stagione invernale, verrà richiesto l'impiego di autocarri con cassone isolato, coperti mediante teloni.



## c) Posa in opera

Lo stendimento dello strato di conglomerato seguirà immediatamente l'esecuzione della mano di attacco. A lavoro ultimato, la pavimentazione dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso. Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tali che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale dovrà essere steso a temperatura non inferiore a 120°C.

La stesa dei conglomerati non potrà essere effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2÷3 cm di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a +5°C.

Se la temperatura dello strato di posa sarà compresa tra +5°C e +10°C si dovranno adottare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattezza dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, o non corrispondenti alle prescrizioni delle presenti Specifiche Tecniche, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e, quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato, dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

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

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali siano sfalsati di non meno di 30 cm rispetto agli analoghi dello strato di base sottostante.

Nell'effettuare la stesa adiacente ad un giunto freddo, sia trasversale che longitudinale, questo dovrà venire preventivamente spalmato con uno strato di bitume a caldo o di emulsione. I giunti trasversali di interruzione della stesa dovranno essere sfalsati di non meno di 2 m fra strisciate adiacenti e dovranno essere rifilati a faccia verticale prima della ripresa della stesa.

Giunti trasversali o longitudinali a pavimentazione o strutture in calcestruzzo dovranno essere fresati e riempiti di mastice alla stessa stregua dei giunti delle pavimentazioni in calcestruzzo.

L'onere della loro confezione e sigillatura sarà compreso nel prezzo dello strato di conglomerato.

## d) Costipamento

La prima rullatura dovrà avvenire in direzione longitudinale, a conglomerato il più possibile caldo, e cioè a temperatura dell'ordine di 120°C, mediante rulli tandem leggeri a rapida inversione di marcia; dovrà quindi essere perfezionata alternando opportunamente l'impiego dei diversi mezzi costipanti (rulli gommati e rulli compressori pesanti) in modo da ottenere la percentuale dei vuoti ed il grado di costipamento richiesti:

massa volumica > 95% della massa volumica rilevata in laboratorio sui provini Marshall della formulazione ufficiale (CNR 40/73).

percentuale dei vuoti < 8 (CNR 39/73).

#### 13.4. STRATO D'USURA

Strato superficiale in conglomerato bituminoso caratterizzato da uno scheletro litico piuttosto consistente, di spessore minimo compreso pari a 3 cm.

Lo strato d'usura è costituito da sabbia e pietrischi miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.



Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio ipotizzato.

#### 13.4.1. MODALITÀ ESECUTIVE

In ogni caso l'esecuzione del manto di usura seguirà a breve termine l'esecuzione dello strato di collegamento, ovvero seguirà immediatamente l'esecuzione della mano di ripresa quando necessario.

I requisiti dell'impianto di confezionamento, le modalità di confezione, di posa in opera e finitura, ed i controlli in corso e fine d'opera sono conformi a quanto già citato nel precedente paragrafo relativo allo strato di collegamento, fatta eccezione per la temperatura d'impasto, indicativamente compresa tra 165°C e 190°C, e per l'addensamento finale dello strato, che deve ottemperare ai seguenti standards:

massa volumica > 98% della massa volumica rilevato in Laboratorio su provini Marshall della formulazione ufficiale (CNR 40/73);

percentuale di vuoti < 7 (CNR 39/73);

resistenza all'attrito radente dopo almeno 3 mesi dalla posa, riportata alla temperatura di riferimento di 20°C, secondo Norma CNR 105, BPN > 65.

#### 13.4.2. AGGREGATI

Gli *aggregati* devono essere formati da pietrischi, pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di materiali di cava e di fiume costituiti da elementi non degradati, duri e durevoli, di forma poliedrica, con spigoli vivi, devono essere puliti e ruvidi al tatto, esenti da argilla, polvere e materiali organici. Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.27.9 e Tab.27.10. Le sabbie potranno essere naturali e/o di frantumazione.

Il *filler* dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.27.3 .

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 1	%	f <sub>1</sub>
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	≤ 20	%	LA <sub>20</sub>
Dimensione massima	EN 13043	14	mm	D

**Tab. 27.9 – AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)**

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalentente in sabbia	CNR 27-72	≥ 55	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 3	%	f <sub>3</sub>

**Tab. 27.10 – AGGREGATO FINO (passante al setaccio 2 mm)**

#### 13.4.3. BITUME

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate in Tab.27.4.

#### 13.4.4. MISCELA

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).



La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.27.11):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
14	100	100
12.5*	90	100
10	80	95
8	68	88
6.3	55	78
4	40	60
2	25	40
1	15	30
0.5	10	22
0.25	8	18
0.125	6	14
0.063	6	10

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN  
13108

Tab. 27.11 – FUSO GRANULOMETRICO

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo "della Pressa Giratoria" o "Marshall" e non dovrà comunque essere inferiore al 5% in massa riferito alla massa degli inerti.

#### **Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02$  °;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni: 9÷14 %;
- vuoti a 120 rotazioni: 3÷5 %;
- vuoti a 200 rotazioni: >2 %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).



I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.75 \geq R_t \geq 1.35 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ .

#### **Studio di Fattibilità con Marshall**

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a T = 60 °C, stabilità Marshall compresa tra 12,0 e 16,0 kN e rigidità Marshall compresa tra 3,0 e 4,5 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $3 \leq V\% \leq 6$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.70 \geq R_t \geq 1.20 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta CTI  $\geq 80 \text{ N/mm}^2$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo usura dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):
  - In impianto  $\rightarrow 150 \text{ °C} \geq T_{\text{imp}} \geq 180 \text{ °C}$
  - In situ  $\rightarrow T_{\text{min}} = 140 \text{ °C}$
- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{\text{min}}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):
  - $B_{\text{min}} = 4.8 \%$  (identificato con  $B_{\text{min}4.4}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{\text{min}}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{\text{inerti}} \geq 5.0 \%$ .

#### **13.5. TAPPETI D'USURA SOTTILI**

I tappeti sottili (spessore dell'ordine dei 2 cm) sono utilizzabili per strade e parcheggi destinati a traffico intenso e leggero.

Il conglomerato bituminoso da impiegarsi per tali tappeti è caratterizzata da una granulometria più fine



Il conglomerato è costituito da sabbia e pietrischi miscelati ad una quantità di bitume opportunamente determinata attraverso prove di laboratorio.

Lo spessore dello strato è calcolato in fase progettuale in funzione del traffico d'esercizio ipotizzato.

#### 13.5.1. AGGREGATI

Gli *aggregati* devono essere formati da pietrischi, pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di materiali di cava e di fiume costituiti da elementi non degradati, duri e durevoli, di forma poliedrica, con spigoli vivi, devono essere puliti e ruvidi al tatto, esenti da argilla, polvere e materiali organici. Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.27.10 e Tab.27.12. Le sabbie potranno essere naturali e/o di frantumazione.

Il *filler* dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.27.3.

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 1	%	f <sub>1</sub>
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	≤ 20	%	LA <sub>20</sub>
Dimensione massima	EN 13043	10	mm	D

**Tab. 27.12 – AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio 4 mm)**

#### 13.5.2. BITUME

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido normale per uso stradale e dovrà avere le caratteristiche riportate in Tab.2.4.

#### 13.5.3. MISCELA

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 1: Conglomerato Bituminoso prodotto a caldo) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.27.13):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
10	100	100
8*	90	100
6.3	80	95
4	60	80
2	40	60
1	30	50
0.5	20	40
0.25	15	30
0.125	10	20
0.063	6	10

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

**Tab. 27.13 – FUSO GRANULOMETRICO**



La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo "della Pressa Giratoria" o "Marshall" e non dovrà comunque essere inferiore al 5,5% in massa riferito alla massa degli inerti.

#### **Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02$  °;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $9 \div 14$  %;
- vuoti a 120 rotazioni:  $3 \div 5$  %;
- vuoti a 200 rotazioni:  $> 2$  %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $0.75 \geq R_t \geq 1.35$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $\geq 50$  N/mm<sup>2</sup>.

#### **Studio di Fattibilità con Marshall**

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a T = 60 °C, stabilità Marshall compresa tra 12,0 e 16,0 kN e rigidità Marshall compresa tra 3,0 e 4,0 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $4 \leq V\% \leq 6$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 – 20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.70 \geq R_t \geq 1.20$  N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente a Trazione Indiretta CTI  $\geq 80$  N/mm<sup>2</sup>.



Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo usura dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):
  - In impianto →  $150\text{ °C} \geq T_{\text{imp}} \geq 180\text{ °C}$
  - In situ →  $T_{\text{min}} = 140\text{ °C}$
- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{\text{min}}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):
  - $B_{\text{min}} = 5.2\%$  (identificato con  $B_{\text{min}5.2}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{\text{min}}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{\text{inerti}} \geq 5.5\%$ .

#### 13.5.4. MODALITÀ ESECUTIVE

In ogni caso l'esecuzione del manto di usura seguirà a breve termine l'esecuzione dello strato di collegamento, ovvero seguirà immediatamente l'esecuzione della mano di ripresa quando necessario.

I requisiti dell'impianto di confezionamento, le modalità di confezione di posa in opera e finitura ed i controlli in corso e fine d'opera saranno conformi a quanto già citato nel precedente paragrafo relativo allo strato di collegamento, fatta eccezione per l'addensamento finale dello strato, che dovrà essere conforme alle seguenti prescrizioni:

massa volumica maggiore del 97% della massa volumica rilevata in laboratorio sui provini Marshall confezionati con la formulazione ufficialmente adottata (CNR 40/73);

percentuale di vuoti residui dello strato inferiore a 7 (CNR 39/73);

resistenza all'attrito radente dopo almeno 3 mesi dalla posa, riportata alla temperatura di riferimento di 20°C, secondo Norma CNR 105, BPN > 65.

#### 13.6. TAPPETI SOTTILI IN CONGLOMERATO SPECIALE (ANCHE COLORATO IN ROSSO)

Conglomerato bituminoso colorato in rosso con ossidi e con inerte derivante dalla frantumazione di porfidi, porfiriti, o altre rocce quarzifere di colore rosso o rosato.

Lo spessore di tali manti di usura sarà pari a 20 o 30 mm.

Per la posa di manti di usura di colore rosso, ferme restando le altre prescrizioni per l'esecuzione dei manti di usura di colore normale, in parziale variante valgono, oltre a tutte le prescrizioni relative ai tappeti sottili in conglomerato bituminoso, le specifiche tecniche seguenti:

- graniglia proveniente dalla frantumazione di rocce omogenee di tipo quarzifero e colore rosso o rosato di pezzatura 2-12 mm in percentuale in peso pari a 53-56 %
- sabbia silicea con granulometria compresa entro i seguenti limiti:
- passante allo staccio n.10 e trattenuto allo staccio n.40 : 20-40 %
- passante allo staccio n.40 e trattenuto allo staccio n.80: 30-55 %
- passante allo staccio n.80 e trattenuto allo staccio n.200: 15-35 %



- additivo e pigmento colorante rosso (ossido di ferro puro finissimamente polverizzato nelle proporzioni del 50 %) 6-8 % in peso
- bitume albino o decolorato di penetrazione 80/100 5.50-7 % in peso

### 13.7. MANO DI RIPRESA TRA STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Per l'esecuzione dello strato di usura sullo strato di collegamento o sullo strato di base bitumata si procederà, se ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e soffiatura. Qualora tra la posa dello strato di collegamento e la posa del manto di usura intercorra per motivi vari un certo periodo di tempo si ricorrerà inoltre alla mano di attacco ottenuta con la stesa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione ER 55 od ER 60 in ragione di 0,6 kg/m<sup>2</sup>

Immediatamente farà seguito lo stendimento dello strato di usura.

### 13.8. CONGLOMERATI BITUMINOSI DRENANTI - FONOASSORBENTI AD ELEVATA PERCENTUALE DI VUOTI

I conglomerati bituminosi drenanti fonoassorbenti sono caratterizzati da:

percentuale di vuoti intercomunicanti che assicurano un veloce smaltimento delle acque e una buona aderenza anche in caso di pioggia;

fonoassorbenza delle onde sonore dovute al rotolamento dei pneumatici.

La miscela bituminosa è costituita da pietrischetto frantumati, sabbie ed additivo (fibre di cellulosa e vetro) impastati a caldo con legante bituminoso modificato.

#### 13.8.1. PREDISPOSIZIONI - EVENTUALE MICROTAPPETO D'APPOGGIO

La superficie d'appoggio di un manto di usura drenante-fonoassorbente deve essere perfettamente impermeabile e perfettamente profilata in modo da permettere la rapida evacuazione delle acque meteoriche.

Pertanto se lo strato esistente non è in ottimo stato di conservazione, privo di lesioni e praticamente impermeabile, si deve predisporre, prima della posa in opera del manto drenante, un microtappeto dello spessore compreso di mm 15, confezionato con normale bitume di penetrazione 50/70.

La curva granulometrica dell'inerte per microtappeto deve essere contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI ISO	Percentuale di passante in massa
Setacci 10	100
" 8	100
" 4	65 - 85
Setaccio 2	35 - 55
" 0,5	16 - 32
" 0,125	10 - 20
" 0,063	5 - 11

*Studio di Fattibilità con Marshall per microtappeto:*

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a T = 60 °C, stabilità Marshall compresa tra 12,0 e 15,0 kN e rigidità Marshall compresa tra 2,5 e 4,0 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $4 \leq V\% \leq 6$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108 - 20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per



conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Coefficiente a Trazione Indiretta  $0.70 \geq Rt \geq 1.20 \text{ N/mm}^2$ ;
- Coefficiente a Trazione Indiretta  $CTI \geq 80 \text{ N/mm}^2$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso tipo usura dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

- 1) Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Misurazione della temperatura):
  - In impianto  $\rightarrow 150 \text{ }^\circ\text{C} \geq T_{\text{imp}} \geq 180 \text{ }^\circ\text{C}$
  - In situ  $\rightarrow T_{\text{min}} = 140 \text{ }^\circ\text{C}$
- 2) Contenuto minimo del legante solubile [ $B_{\text{min}}$ ] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 1: Contenuto di legante solubile):
  - $B_{\text{min}} = 5.2 \%$  (identificato con  $B_{\text{min}5.2}$ )

In particolare la percentuale è riferita al peso di volume della miscela e deve essere corretta moltiplicando il valore  $B_{\text{min}}$  per il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregato}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto al peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde indicativamente a  $B_{\text{inerti}} \geq 5.5 \%$ .

#### 13.8.2. AGGREGATI

Gli aggregati costituiscono lo scheletro del conglomerato bituminoso e sono composti da "aggregati grossi" (trattenuti al staccio ISO 4 mm), aggregati fini (passanti al setaccio ISO 4 mm) e dal filler che proviene dalla frazione fina e/o dall'additivazione.

Gli aggregati utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico).

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione e costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

Gli elementi potranno anche essere di provenienza, o natura petrografica diversa, purché rispettino i requisiti riportati in Tab.1. Le prove dovranno essere eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare.

L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e dovrà possedere le caratteristiche riportate in Tab.2.

Il filler dovrà provenire dalla frazione fina degli aggregati e/o da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, da calce idrata, calce idraulica. Inoltre, il filler dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab.3.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	$\leq 1$	%	f1
Coefficiente di appiattimento	EN 933-3	$\leq 10$		F10



Coefficiente di forma	EN 933-4	≤ 15		SI15
Superfici frantumate	EN 933-5	100	%	C100/0
Micro Deval	EN 1097-1	≤ 15	%	MDE15
Resistenza alla frantumazione	EN 1097-2	≤ 20	%	LA20
Resistenza alla levigazione	EN 1097-8	≥ 44		PSV44
Dimensione massima	EN 13043	20	mm	D

Tab. 1 - AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio ISO 4 mm)

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura	Sigla
Equivalente in sabbia	CNR 27-72	≥ 75	%	
Contenuto dei fini (passante al setaccio 0.063 mm)	EN 933-1	≤ 3	%	f3
Superfici frantumate	EN 933-5	100	%	C100/0

Tab. 2 - AGGREGATO FINO (passante al setaccio ISO 4 mm)

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Passante a setaccio 2 mm	EN 933-10	100	%
Passante al setaccio 0.125 mm		85-100	
Passante al setaccio 0.063 mm		70-100	
Indice di Plastico	CNR-UNI 10043	NP	

Tab. 3 - FILLER

## 13.8.3. BITUME

Il bitume da utilizzare dovrà essere di tipo semisolido per uso stradale modificato tipo "Hard" con elastomeri e dovrà possedere le caratteristiche riportate in Tab.4.

Parametro/Caratteristica	Norma per esecuzione prova	Limite	Unità di misura
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	50-70	Dmm
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	≥ 70	°C
Punto di Rottura - Fraass	UNI EN 12593	≤ -16	°C
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	≥ 80	%
Stabilità allo stoccaggio a 3 gg a 180 °C: Variazione punto rammollimento	UNI EN 13399	≤ 3	°C
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-1	≥ 0.3	Pa*s



Valori dopo RTFOT			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	≥ 60	%
Incremento punto rammollimento	UNI EN 1427	≤ 10	°C

Tab. 4 – BITUME MODIFICATO TIPO HARD

## 13.8.4. MISCELA

La miscela bituminosa dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 13108 (Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 7: Conglomerato Bituminoso ad elevato tenore di vuoti) e conseguentemente i Documenti di Trasporto (D.D.T.) dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

La composizione granulometrica dovrà essere preferibilmente progettata utilizzando "setacci base più il gruppo 2" (UNI EN 13043).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura drenante dovrà avere una composizione granulometrica (UNI EN 933-1: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati; Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura) contenuta nel seguente fuso (Tab.5):

Setacci UNI EN	Fuso Minimo	Fuso Massimo
16	100	100
14*	90	100
12.5	80	100
10	40	60
8	15	35
6.3	10	30
4	5	18
2	3	10
1	3	10
0.5	2	9
0.25	2	8
0.125	2	7
0.063	2	6

\* setaccio di riferimento secondo UNI EN 13108

Tab. 5 – FUSO GRANULOMETRICO

La percentuale di bitume ottimale dovrà essere determinata mediante Studio di Fattibilità da svilupparsi secondo il metodo "della Pressa Giratoria" o "Marshall".

**Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.35^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.



I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $\geq 24 \%$ ;
- vuoti a 40 rotazioni:  $\geq 20 \%$ ;
- vuoti a 130 rotazioni:  $\geq 13 \%$ .

I provini derivanti dalla compattazione della miscela drenante con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana – Trazione Indiretta) dovranno avere:

- resistenza a trazione indiretta  $0.12 \geq R_t \geq 0.20 \text{ N/mm}^2$ ;
- coefficiente a trazione indiretta  $\geq 10 \text{ N/mm}^2$ .

### Studio di Fattibilità con Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto) Su provini costipati con 50 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a  $T = 60 \text{ °C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 5 KN e rigidità Marshall non inferiore a 2 KN/mm;
- percentuale di vuoti  $\geq 20\%$ ;
- a  $T = 25 \text{ °C}$ , resistenza a trazione indiretta compresa  $0.25 \geq R_t \geq 0.45 \text{ N/mm}^2$ ;
- a  $T = 25 \text{ °C}$ , coefficiente a Trazione Indiretta CTI  $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ .

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

Inoltre, le caratteristiche finali del conglomerato bituminoso drenante dovranno essere (in conformità alla norma UNI EN 13108) le seguenti:

Temperatura [T] della miscela (UNI EN 12697-13: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Misurazione della temperatura):

- Uscita dall'impianto  $\rightarrow T_{\min} = 160 \text{ °C}$   $T_{\max} = 170 \text{ °C}$
- Arrivo miscela in situ  $\rightarrow T_{\min} = 150 \text{ °C}$

Contenuto minimo del legante solubile [Bmin] (UNI EN 12697-1: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile):

- $B_{\min} = 4.0 \%$  (identificato con Bmin4.0)

In particolare la percentuale è riferita al peso della miscela e corretta con il parametro " $\alpha = 2.650/\text{densità aggregata}$ " (secondo norma UNI EN 13108-7).

Rispetto il peso degli inerti secchi, tale limite corrisponde a Binerti  $\geq 4,2 \%$ .

Contenuto dei vuoti [Vmin; Vmax] (UNI EN 12697-8: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi oppure UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- $V_{\min} = 20 \%$  (identificato con Vmin20)
- $V_{\max} = 28 \%$  (identificato con Vmin28)



Il contenuto di vuoti dovrà essere determinato su provini compattati secondo norma UNI EN 12697-30 con energia di compattazione pari a 50 colpi per lato oppure secondo norma UNI EN 12697-31 a 40 rotazioni (come da Studio di Fattibilità).

Perdita di particelle massima [PL] (UNI EN 12697-17: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 17: Perdita di particelle del provino di asfalto poroso):

- PL= 30 % (identificato con PL30)

La perdita di particelle dovrà essere determinata su provini compattati ad impatto secondo norma UNI EN 12697-30 con energia di compattazione pari a 50 colpi per lato oppure su provini compattati con pressa giratoria secondo norma EN 12697-31 con energia di compattazione pari a 40 rotazioni.

#### 13.8.5. ADDITIVI

Per migliorare le prestazioni del conglomerato bituminoso si potranno aggiungere "fibre" composte da cellulosa e vetro. Le fibre dovranno avere funzione stabilizzante ed addensante, per evitare la colatura del legante bituminoso, e fisico-strutturale per il rinforzo della miscela.

Il prodotto si dovrà presentare sottoforma di granuli addensati (pellets) che saranno opportunamente disgregati, macinati e dosati da apposito macchinario.

La fibra dovrà essere aggiunta direttamente nel mescolatore dell'impianto del conglomerato bituminoso prima della spruzzatura del bitume.

La percentuale di additivazione dovrà essere pari allo 0.25-0.45 % sul peso della miscela.

Le caratteristiche chimico-fisiche sono riportate nella seguente tabella (Tab. 6):

CARATTERISTICA	LIMITE	UNITA' DI MISURA
Contenuto di cellulosa	20 - 40	%
Massa volumica a 25*	1 - 1,8	t/m3
Ph	7.0 ± 1	
Lunghezza media fibra	200 - 500	□m
Diametro medio fibra	5 - 15	□m
Resistenza alla temperatura	≥ 250	° C
Umidità	≤ 3	%

Tab. 6 - FIBRE DI ADDITIVAZIONE

#### 13.8.6. ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Prima dell'inizio dei lavori e con adeguato anticipo, l'impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Direzione Lavori:

composizione della miscela che si intende utilizzare;

documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE degli aggregati;

documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela bituminosa, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Se accettata dalla D.L., l'impresa dovrà rigorosamente produrre tale miscela.

#### 13.8.7. PRODUZIONE

L'impasto dovrà essere miscelato presso impianti fissi di confezionamento. La produzione oraria dovrà essere inferiore, o uguale, alla potenzialità massima dell'impianto per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela. Inoltre, per assicurare una perfetta curva granulometrica, si dovrà eseguire la vagliatura degli inerti; è esclusa la produzione a scarico diretto.

Le miscele prodotte dovranno risultare uniformi e conformi a quella proposta nello Studio di Fattibilità.

Il dosaggio degli aggregati, del bitume, del filler e degli additivi dovrà essere eseguito mediante pesatura. Le bilance dovranno essere opportunamente controllate e tarate.



Gli aggregati dovranno essere stoccati in apposite aree che non pregiudicano la pulizia (contaminazione da argilla, polveri ...) e il ristagno d'acqua, perché pregiudicherebbero le caratteristiche finali del prodotto. Inoltre, i cumuli delle diverse pezzature dovranno essere separati tra loro.

Con l'utilizzo di una pala meccanica, il rifornimento dei predosatori dell'impianto dovrà essere eseguito in modo accurato.

Il tempo di mescolazione effettivo dipenderà dalle caratteristiche dell'impianto. Il tempo di mescolazione dovrà essere tale per cui il drenante risulterà completamente ed uniformemente ricoperto dal legante. Il tempo minimo dovrà corrispondere a 20 secondi.

La temperatura degli aggregati durante la fase di mescolatura dovrà essere compresa tra i 160 °C e i 170 °C, e quella del legante tra i 160 °C e i 180°C. La temperatura finale della miscela bituminosa all'impianto dovrà essere compresa tra i 160 °C ed i 170 °C. L'impianto dovrà permettere il controllo delle temperature degli inerti, del bitume e della miscela prodotta, attraverso l'utilizzo di appositi termometri fissi posti nell'essiccatore, nella caldaia e nelle tramogge. I termometri devono essere opportunamente e costantemente controllati e tarati.

#### 13.8.8. POSA IN OPERA DELLE MISCELE.

Per garantire un adeguato ancoraggio al piano di appoggio, prima della stesa del conglomerato bituminoso, si dovrà provvedere alla posa in opera della mano d'attacco di bitume modificato pari a 600 g/m<sup>2</sup> ± 20 g/m<sup>2</sup>.

Il bitume modificato dovrà essere lo stesso impiegato per il drenante e dovrà essere messo in opera attraverso spruzzatrice. Per consentire il transito dei mezzi di stesa, sulla mano d'attacco potrà essere cosparso: pietrischetto da 3 mm a 8 mm, sabbia o calce idrata.

La posa in opera del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata con macchine vibrofinitrici dotate di automatismo e di autolivellamento, dovranno essere perfettamente mantenute e opportunamente efficienti. Le vibrofinitrici dovranno comunque permettere la posa di uno strato con superficie correttamente sagomata, liscia ed esente da fessure, sgranamenti, buche e segregazioni.

L'utilizzo di ogni macchina dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

La formazione dei giunti dovrà essere eseguita con particolare cura. In particolare, dove possibile, i giunti longitudinali dovranno derivare da strisce parallele posate contemporaneamente con l'utilizzo di almeno due finitrici. Nel caso in cui la stesa sia fatta in tempi successivi, il bordo laterale del giunto dovrà essere cosparso di emulsione bituminosa con funzione di "collante" per la stesa successiva. Se il bordo dovesse risultare arrotondato, e/o danneggiato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali dovrà essere programmata in modo da risultare sfalsati rispetto a quelli sottostanti di almeno 20 cm e da non ricadere nella fascia interessata dal normale passaggio dei pneumatici dei mezzi pesanti.

I giunti trasversali, derivanti dal fermo macchina o dall'interruzione della giornata lavorativa, dovranno essere opportunamente sagomati con la macchina taglia asfalto.

Il conglomerato bituminoso prodotto dovrà essere trasportato in cantiere con autocarri, e/o autoarticolati, di idonea portata con telone di copertura che evita il veloce raffreddamento del materiale e la conseguente formazione di croste superficiali. I mezzi dovranno essere opportunamente mantenuti ed efficienti per consentire un trasporto rapido e continuativo.

Durante la stesa, il drenante dovrà avere temperatura mai inferiore ai 140 °C e la verifica dovrà essere eseguita immediatamente dietro la finitrice.

La posa in opera della miscela bituminosa dovrà essere eseguita con condizioni atmosferiche idonee; dovrà essere interrotta quando le condizioni pregiudicherebbero le caratteristiche fisico-meccaniche dello strato.

La compattazione dello strato dovrà essere realizzata a mezzo di idonei rulli a ruote metalliche (rullo tutto ferro) di peso massimo pari a 10 t e dovrà essere eseguita immediatamente dopo il passaggio della vibrofinitrice, in modo continuo ed uniforme, per ottenere una superficie liscia, uniformemente addensata, esente da fessure, scorrimenti, irregolarità ed ondulazioni.

#### 13.8.9. SPECIFICA DI CONTROLLO

Il controllo della qualità dei conglomerati drenanti sarà eseguito in laboratorio sulle materie prime, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione ed in situ direttamente sulla pavimentazione.



Ogni prelievo sarà costituito da due campioni: uno consegnato ad un Laboratorio Ufficiale pre l'esecuzione delle prove, l'altro archiviato per eventuali accertamenti successivi.

La frequenza dei prelievi è quella riportata nella Tab.7.

Oltre a quanto riportato in Tab.7 per quanto riguarda la curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali di aggregato grosso di  $\pm 3$  punti percentuali (sino al setaccio ISO 4 mm), aggregato fino di  $\pm 2$  punti percentuali (sino al setaccio UNI 2 mm) e passante al setaccio 0.063 mm di  $\pm 1.5$  punti percentuali.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0.25$  punti percentuali rispetto a quella di progetto (tenuto conto della percentuale di bitume dovuta all'ancoraggio se l'analisi è eseguita su campioni prelevati in sito tramite carotaggio).

La verifica della planarità sarà eseguita con un'asta rettilinea lunga m 4,00: posizionata in qualunque direzione sulla superficie stradale, gli scostamenti massimi tra stadia e pavimentazione dovranno essere al massimo pari a 5 mm.

La permeabilità della pavimentazione sarà controllata con permeametro a colonna d'acqua (altezza 25 centimetri, area d'appoggio 154 cm<sup>2</sup>).

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.4
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.2
Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.3
Conglomerato sfuso	Stesa	Giornaliera o ogni 5000 m <sup>3</sup>	Come da Studio Fattibilità
Carote: spessori	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	Come da progetto
Carote: densità in sito	Pavimentazione	Ogni 50 m di fascia stesa	$\geq 97\%$ rispetto Studio di Fattibilità
Aderenza	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	CAT $\geq 0.53$ BPN $\geq 65$
Capacità drenante	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia stesa	$\geq 3$ dm <sup>3</sup> /min per centimetro

Tab. 7 – TIPO E FREQUENZA DELLE PROVE DI LABORATORIO ED IN SITU

### 13.9. PRODUZIONE, POSA IN OPERA E CONTROLLI RELATIVI AL CONGLOMERATO BITUMINOSO

#### 13.9.1. ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Prima dell'inizio dei lavori e con adeguato anticipo, l'impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Direzione Lavori:

- composizione della miscela che si intende utilizzare;
- documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE degli aggregati;
- schede tecniche dei bitumi;
- documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela bituminosa, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Se accettata dalla D.L., l'impresa dovrà rigorosamente produrre tale miscela.



### 13.9.2. PREDISPOSIZIONI

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. L'attrezzatura dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovrà assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (produzione) alla fine (costipamento). Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Gli aggregati dovranno essere stoccati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possa essere compromessa la pulizia (contaminazione da argilla, polveri ...) e il ristagno d'acqua, perché pregiudicherebbero le caratteristiche finali del prodotto.

I cumuli, che non devono appoggiare direttamente sul terreno, dovranno essere gestiti in modo da evitare la segregazione del materiale.

Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati, più il filler.

Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento atmosferico.

Dovrà essere previsto un silos per il filler che potrà provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni (filler di recupero).

Il conglomerato confezionato potrà cadere direttamente nei cassoni degli autocarri utilizzati per il trasporto o essere temporaneamente stoccato in apposita tramoggia coibentata.

### 13.9.3. PRODUZIONE

L'impasto dovrà essere miscelato presso impianti fissi di preconfezionamento. La produzione oraria dovrà essere inferiore, o uguale, alla potenzialità massima dell'impianto per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela bituminosa. Inoltre, per assicurare una perfetta curva granulometrica, si dovrà eseguire la vagliatura degli inerti; è esclusa la produzione a scarico diretto.

Le miscele prodotte dovranno risultare uniformi e conformi a quella proposta nello Studio di Fattibilità.

Il dosaggio degli aggregati, del bitume e del filler dovrà essere eseguito mediante pesatura. Le bilance dovranno essere opportunamente controllate e tarate con frequenza annuale.

Con l'utilizzo di una pala meccanica, il rifornimento dei predosatori dell'impianto dovrà essere eseguito in modo accurato.

Il tempo di mescolazione effettivo dipenderà dalle caratteristiche dell'impianto e dovrà essere tale per cui la miscela risulterà completamente ed uniformemente ricoperto dal legante. Il tempo minimo dovrà corrispondere a 20 secondi.

Per base, binder, usura ed usura sottile, la temperatura finale della miscela bituminosa all'impianto dovrà essere compresa tra i 150 °C ed i 180 °C.

Per l'usura drenante, la temperatura finale della miscela bituminosa all'impianto dovrà essere compresa tra i 150 °C ed i 175 °C.

L'impianto dovrà permettere il controllo delle temperature degli inerti, del bitume e della miscela prodotta, attraverso l'utilizzo di appositi termometri fissi posti nell'essiccatore, nella caldaia e nelle tramogge. I termometri devono essere opportunamente e costantemente controllati e tarati con frequenza annuale.

### 13.9.4. POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Per garantire un adeguato ancoraggio al piano di appoggio, prima della stesa del conglomerato bituminoso, si dovrà provvedere alla posa in opera di emulsione bituminosa, con contenuto di bitume minimo pari al 55%. La quantità di emulsione deve essere uguale a  $600 \text{ g/m}^2 \pm 20 \text{ g/m}^2$ . In caso di usura drenante, si dovrà usare bitume per la mano d'attacco (lo stesso utilizzato per la produzione del conglomerato bituminoso).



Per consentire il transito dei mezzi di stesa, sull'emulsione bituminosa potrà essere cosparso: pietrischetto da 3 mm a 8 mm, sabbia o calce idrata.

La posa in opera del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata con macchine vibrofinitrici dotate di automatismo e di autolivellamento, che dovranno essere perfettamente mantenute e opportunamente efficienti. Le vibrofinitrici dovranno comunque permettere la posa di uno strato con superficie correttamente sagomata, liscia ed esente da fessure, sgranamenti, buche e segregazioni.

L'utilizzo di ogni macchina dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

La formazione dei giunti dovrà essere eseguita con particolare cura. Nel caso in cui la stesa sia fatta in tempi successivi, il bordo laterale del giunto dovrà essere cosparso di emulsione bituminosa con funzione di "collante" per la stesa successiva.

La sovrapposizione verticale dei giunti longitudinali dovrà essere programmata in modo da risultare sfalsati rispetto a quelli sottostanti di almeno 20 cm e da non ricadere nella fascia interessata dal normale passaggio dei pneumatici dei mezzi pesanti (zone d'ormaiamento).

Il conglomerato bituminoso prodotto dovrà essere trasportato in cantiere con autocarri, e/o autoarticolati, di idonea portata con telone di copertura che eviti il veloce raffreddamento del materiale e la conseguente formazione di croste superficiali. I mezzi dovranno essere opportunamente mantenuti ed efficienti per consentire un trasporto rapido e continuativo.

Durante la stesa, il conglomerato bituminoso con bitume normale dovrà avere temperatura interna mai inferiore ai 130 °C e la verifica dovrà essere eseguita immediatamente dietro la finitrice.

La posa in opera della miscela bituminosa dovrà essere eseguita con condizioni atmosferiche idonee; dovrà essere interrotta quando le condizioni pregiudicherebbero le caratteristiche fisico-meccaniche dello strato.

La compattazione dello strato dovrà essere realizzata a mezzo di idonei rulli tutto ferro, o combinati, di peso non inferiore a 12 t per lo strato di base, tutto ferro di 9 t per lo strato di collegamento ed usura. La rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo il passaggio della vibrofinitrice, in modo continuo ed uniforme uniformemente addensata, esente da fessure, scorrimenti, irregolarità ed ondulazioni.

#### 13.9.5. SPECIFICA DI CONTROLLO

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi sarà eseguito in laboratorio sulle materie prime, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione ed in situ direttamente sulla pavimentazione.

Ogni prelievo sarà costituito da due campioni: uno consegnato ad un Laboratorio Ufficiale per l'esecuzione delle prove, l'altro archiviato per eventuali accertamenti successivi.

La frequenza dei prelievi è quella riportata nella Tab.32.1.

Oltre a quanto riportato in Tab.7 per quanto riguarda la curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali di aggregato grosso di  $\pm 3$  punti percentuali (sino al setaccio 4 mm), aggregato fino di  $\pm 2$  punti percentuali (sino al setaccio 2 mm) e passante al setaccio 0.063 mm di  $\pm 1.5$  punti percentuali.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0.25$  punti percentuali rispetto a quella di progetto (tenuto conto della percentuale di bitume dovuta all'ancoraggio se l'analisi è eseguita su campioni prelevati in sito tramite carotaggio).

La verifica della planarità sarà eseguita con asta rettilinea lunga 4.00 m, posizionata in qualunque direzione sulla superficie stradale. Gli scostamenti tra stadia e pavimentazione dovranno essere al massimo pari a 5 mm. In base alla tipologia ed entità di irregolarità, saranno valutati i necessari interventi di ripristino, fino al rifacimento dello strato superficiale.

Per gli strati drenanti, la verifica della permeabilità sarà controllata con permeametro a colonna d'acqua.



STRATO	TIPPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base Binder Usura Us.Sottile	Bitume	Cisterna	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.27.4
Drenante	Bitume	Cisterna	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab.30.3
Base	Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab. 27.1–27.2–27.3
Binder	Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab. 27.3–27.6–27.7
Usura	Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab. 27.3–27.9–27.10
Us.Sottile	Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab. 27.3–27.10–27.12
Drenante	Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab. 27.3–30.1–30.2
Base Binder	Conglomerato sfuso	Stesa	Giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup>	Come da Studio Fattibilità
Usura Us.Sottile Drenante	Conglomerato sfuso	Stesa	Giornaliera o ogni 10000 m <sup>2</sup>	Come da Studio Fattibilità
Base Binder Usura Us.Sottile Drenate	Carote: spessori	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	Come da progetto
	Carote: densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia stesa	≥ 97% rispetto Studio di Fattibilità
Usura Us.Sottile	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	BPN ≥ 60 HS ≥ 0.4 mm
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	BPN ≥ 55
Drenante	Capacità drenante	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia stesa	≥ 3 dm <sup>3</sup> /min per ogni cm di spessore

Tab. 32.1 – TIPO E FREQUENZA DELLE PROVE DI LABORATORIO ED IN SITU

13.9.6. DETRAZIONI

Nel caso in cui i lavori previsti dalle presenti Specifiche Tecniche, allegate ai singoli Progetti Esecutivi e Contratti d'Appalto, non siano eseguiti in ottemperanza ai requisiti di accettabilità richiesti, la Direzione Lavori in accordo con il Responsabile del Procedimento effettuerà detrazioni sull'importo relativo alle quantità contestate. Le detrazioni saranno sviluppate in funzione della minore quantità, o peggiore qualità, dei materiali impiegati e della posa in opera.

Nei casi più gravi, come di seguito riportato, si imporrà all'Impresa la completa rimozione ed il rifacimento integrale del componente strutturale della pavimentazione contestato senza oneri aggiuntivi per l'Amministrazione Appaltante.

Per eventuali valori eccedenti il campo di accettabilità dei materiali e dei conglomerati bituminosi per ogni strato, le penalità inerenti le deficienze riscontrate nell'esecuzione dei lavori e le relative detrazioni pecuniarie sono così articolate:

**Bitume**

Per il bitume prelevato in impianto, ad ogni variazione della penetrazione pari ad un decimo di millimetro, sarà operata una detrazione dell'1% dal prezzo riportato nell' Elenco Prezzi, per il relativo conglomerato bituminoso prodotto.



Il confronto per la determinazione delle variazioni sarà eseguito rispetto ai limiti di accettabilità esposti in Tab.27.4 per il bitume normale 50-70 e a quelli in Tab.30.3 per il bitume modificato hard.

Per variazioni del contenuto di bitume superiori a 0.25 rispetto al peso degli inerti (in valore assoluto), per ogni 0,1 punti di percentuale in più, sarà applicata una detrazione pari all'1% sul prezzo dell'Elenco Prezzi.

#### **Percentuale di bitume**

Per ogni 0,1% in massa riferita alla massa dell'impasto bituminoso, in meno rispetto al minimo richiesto, verrà applicata una detrazione pari all'1% del prezzo dell'elenco prezzi.

#### **Penetrazione**

Per valutare un anomalo indurimento del legante bituminoso si ricorrerà alla determinazione della penetrazione (CNR 24/71) sui bitumi estratti con il metodo Abson in conformità a B.U. del CNR n. 133, da conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento e usura.

Con riferimento ai tre tipi di bitume reperibili sul mercato a disposizione delle imprese i valori della penetrazione valutata sul bitume estratto da campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante e dopo la posa in opera (non oltre 6 mesi), dovrà risultare corrispondenti ai valori sotto riportati:

Bitume di normale produzione per uso stradale di penetrazione	60-70	80-100	180-200
Penetrazione a 25° del bitume estratto (dmm)	>35	>40	>70

Ad ogni variazione in meno rispetto ai limiti della tabella sopra riportata pari ad un decimo di millimetro, sarà operata una detrazione dell'1% dal prezzo riportato nell' Elenco Prezzi, per il relativo conglomerato prodotto.

#### **Spessori**

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile in un valore inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, per tratti omogenei:

- detrazione del 20% per spessori compresi tra il 90% e il 93 % rispetto allo spessore di progetto;
- detrazione del 35% per spessori compresi tra il 90% e il 80 % rispetto allo spessore di progetto;
- detrazione del 50% per spessori compresi tra il 80% e il 70 % rispetto allo spessore di progetto;
- rifacimento a spese dell'appaltatore per spessori inferiori al 70%.

#### **Densità**

Detrazioni sul prezzo di elenco saranno attuate anche in caso di densità inferiori rispetto a quella di progetto, per tratti omogenei:

- detrazione del 10% per densità in sito comprese tra il 94% e il 97 % rispetto alla densità di progetto;
- detrazione del 20% per densità in sito comprese tra il 90% e il 94 % rispetto alla densità di progetto;
- rifacimento per densità inferiori al 90%.

#### **Vuoti residui**

Nel caso vengano riscontrati valori dei vuoti residui in opera, misurati mediante carotaggio e determinazione in laboratorio secondo B.U. del CNR n. 39 nei diversi strati che compongono le pavimentazioni bituminose, si applicheranno le seguenti detrazioni

Negli strati di base in tout-venant bitumato saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco – Prezzi:

- 1% per percentuali comprese tra 10,1 e 11 %



- 2% per percentuali comprese tra 11,1 e 12 %
- 5% per percentuali comprese tra 12,1 e 13 %
- 8% per percentuali comprese tra 13,1 e 14 %
- 15% per percentuali comprese tra 14,1 e 16 %
- rimozione gratuita e nuova posa in opera della struttura bituminosa oltre il 16 % di vuoti residui.

Per gli strati di collegamento (binder) saranno applicate le seguenti detrazioni per vuoti residui in eccesso:

- 1% per percentuali comprese tra 8,1 e 10 %
- 2% per percentuali comprese tra 10,1 e 11 %
- 5% per percentuali comprese tra 11,1 e 12 %
- 8% per percentuali comprese tra 12,1 e 13 %
- 15% per percentuali comprese tra 13,1 e 15 %
- rimozione gratuita e nuova posa in opera della struttura bituminosa per strati di collegamento con oltre il 15 % di vuoti residui.

Per i manti di usura saranno applicate le seguenti detrazioni per vuoti residui in eccesso:

- 2% per percentuali comprese tra 7,1 e 9 %
- 5% per percentuali comprese tra 9,1 e 10 %
- 8% per percentuali comprese tra 10,1 e 11 %
- 15% per percentuali comprese tra 11,1 e 12 %
- 30% per percentuali comprese tra 12,1 e 14 %
- rimozione gratuita e nuova posa in opera della struttura per manti superficiali posti in opera con oltre il 14 % di vuoti residui.

### **Caratteristiche superficiali**

Detrazioni sul prezzo di elenco saranno attuate anche in caso di caratteristiche superficiali non conformi a quella di progetto, per tratti omogenei, con prove eseguite entro 3 mesi dall'apertura al traffico. In particolare:

L'Impresa è tenuta a garantire la sicurezza per gli utenti del nuovo piano viabile: dovrà dunque certificare con prove con pendolo portatile, secondo B.U. del CNR n. 105, che la strada non è scivolosa.

Pertanto:

- se il valore del BPN, misurato con apparecchio a pendolo portatile, entro tre mesi dall'apertura al traffico del nuovo manto di usura, risulta inferiore a 65 ma superiore a 55 verrà applicata una detrazione pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi.
- Qualora il valore del BPN risultasse inferiore a 55 ma superiore a 45, verrà applicata una detrazione pari al 20% del prezzo del conglomerato bituminoso per manto d'usura previsto dall'Elenco Prezzi. La riduzione verrà estesa a tutta la superficie posta in opera dall'Impresa nell'intervento di riabilitazione stradale.
- Qualora il valore fosse inferiore a 45 si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato di usura con fresa ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle Specifiche Tecniche.

Si applicheranno inoltre, in relazione al valore dell'altezza di sabbia (HS), le seguenti detrazioni:

- detrazione del 15% per altezza in sabbia (HS) compresa tra il 0.25 mm e 0.40 mm;



- rifacimento per altezza in sabbia (HS) inferiore a 0.25 mm;

#### **Penali specifiche per strati di pavimentazione drenanti**

##### ***Caratteristiche superficiali***

Detrazioni sul prezzo di elenco saranno attuate anche in caso di caratteristiche superficiali non conformi a quella di progetto, per tratti omogenei, con prove eseguite entro 3 mesi dall'apertura al traffico. In particolare:

- detrazione del 15% per aderenza superficiale (BPN) compresa tra 40 e 55;
- rifacimento per aderenza superficiale (BPN) inferiore a 40.

##### ***Capacità drenante***

In caso di capacità drenante inferiore a quanto prescritto sarà applicata una riduzione del prezzo uguale al 10%, comprensivo della mano d'attacco.



---

**CAPITOLO 14. COLMATURA PROVVISORIA DI BUCHE NELLE PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

---

L'operazione dovrà essere eseguita con conglomerato bituminoso tipo plastico, confezionato con graniglie calcaree e bitume liquido attivato.

La colmatatura della delle buche deve considerarsi intervento provvisorio in attesa di rifacimenti o ripristini definitivi.

Prima di essere riempita, la buca dovrà essere accuratamente pulita e regolarizzata sia nel fondo che nei fianchi; a riempimento avvenuto si dovrà procedere per quanto necessario al costipamento manuale o con l'impiego di mezzi meccanici del materiale impiegato.

Durante l'intervento sarà a carico e sotto la responsabilità totale dell'appaltatore la posa in opera degli sbarramenti e della segnaletica conforme alle normative vigenti ed in particolare al Nuovo codice della Strada così come la raccolta dei detriti e la pulizia dei luoghi di intervento.



---

**CAPITOLO 15. RAPPEZZATURA PROVVISORIA**

---

La rappezzatura provvisoria dei manti in sede stradale e su marciapiedi con conglomerato bituminoso tipo plastico, confezionato con graniglie calcaree e bitume liquido attivato deve considerarsi intervento provvisorio in attesa di rifacimenti o ripristini definitivi.

Prima di essere eseguito, il rappezzo dovrà essere accuratamente pulito e regolarizzato sia nel fondo che nei fianchi; a riempimento avvenuto si dovrà procedere per quanto necessario al costipamento manuale o con l'impiego di mezzi meccanici del materiale impiegato.

Durante l'intervento sarà a carico e sotto la responsabilità totale dell'appaltatore la posa in opera degli sbarramenti e della segnaletica conforme alle normative vigenti ed in particolare al Nuovo codice della Strada così come la raccolta dei detriti e la pulizia dei luoghi di intervento.



---

**CAPITOLO 16. SEGNALETICA FISSA**

---

**16.1. NORME TECNICHE PER SEGNALETICA STRADALE**

---

I segnali dovranno rispettare le prescrizioni:

- del D.L. 30.4.92 n. 185 "NUOVO CODICE DELLA STRADA" e successive modificazioni;
- del D.P.R. 16.12.92 n. 495 Regolamento di esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada e successive modificazioni;
- dalle circolari e disciplinari del Ministero LL.PP. in materia.

Alle citate Circolari e Disciplinari si rimanda per quanto attiene colori, visibilità diurna e notturna, dimensioni e forme, installazioni, caratteristiche dei sostegni e supporti, coordinate colorimetriche, simboli, iscrizioni, riflettenza, eccetera. Per argomenti trattati da più circolari e Disciplinari ci si riferirà a quella più recente ed aggiornata.

**16.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE**

---

**16.2.1. CONDIZIONI OPERATIVE**

I lavori di segnaletica orizzontale non potranno essere eseguiti quando si verifichi anche una sola delle seguenti condizioni:

umidità relativa superiore all'80%;

temperatura inferiore ai +5° C;

presenza sul manto stradale di neve, grandine e acque meteoriche. In caso di contestazione faranno fede i dati rilevati dall'Ufficio Meteorologico dell'Osservatorio di Brera. La ditta appaltatrice dovrà provvedere a suo carico alla preparazione del fondo stradale affinché lo stesso sia idoneo alla successiva posa del segno, compresa la completa cancellazione delle tracce di segni preesistenti. I procedimenti ed i prodotti impiegati non dovranno danneggiare il manto stradale.

Le caratteristiche funzionali necessarie per garantire l'idoneità dei prodotti per la segnaletica orizzontale stradale nei centri urbani sono:

- La visibilità diurna;
- La resistenza all'usura;
- L'antiscivolosità;
- La visibilità notturna;
- L'aspetto;
- La vita utile.

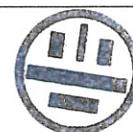
Attraverso l'osservazione delle elencate caratteristiche viene individuata l'accettabilità del segnale orizzontale.

**16.2.2. VISIBILITÀ DIURNA.**

La segnaletica orizzontale, data la sua funzione di guida ottica e di localizzazione di attraversamenti pedonali ed altri punti importanti della viabilità urbana, deve essere sempre ben visibile.

Riveste molta importanza il colore del fondo stradale in quanto il contrasto cromatico fra il fondo ed il segnale è elemento a volte determinante per buona visibilità.

La misurazione del fattore di luminanza in condizioni di luce diffusa  $Q_d$ , misurato sempre in mm. Cd-lux, che rappresenta il dato più interessante per la segnaletica orizzontale nei centri urbani, stabilisce comunque il grado di visibilità anche in presenza di fondi molto chiari.



### 16.2.3. RESISTENZA ALL'USURA

Si fa convenzionale riferimento all'integrità dell'elemento di segnaletica, mediante la stima dell'ammontare visibile del segnale, della presenza di lesioni, distacchi, asportazioni, deformazioni ed altre irregolarità.

### 16.2.4. ANTISCIVOLOSITÀ

Ciascun elemento di segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di scivolosità il più possibile simili a quelle della pavimentazione stradale su cui viene applicato.

Il valore di STR non dovrà mai risultare un valore inferiore a 45 e non potrà essere al di sotto dell'ottanta per cento del valore della superficie circostante.

### 16.2.5. VISIBILITÀ NOTTURNA

La visibilità notturna (RI), intesa come retroriflessione data per la luce inviata dai fari degli autoveicoli, nei centri urbani, essendo le vie illuminate, assume minore importanza che non sulle strade extraurbane dove è essenziale.

### 16.2.6. ASPETTO

L'aspetto deve essere valutato con giudizio visivo con lo scopo di poter esprimere un giudizio globale sulle caratteristiche di gradevolezza, di brillantezza del colore anche in funzione del contrasto di colore della pavimentazione e conservazione dell'integrità della superficie del segnale.

Affinché l'elemento di segnaletica sia dichiarato ancora idoneo, l'aspetto dovrebbe evidenziare l'efficienza della superficie per almeno l'80% della sua area e non so dovranno evidenziare deformazioni e distacchi di parti dell'elemento di segnaletica osservato.

### 16.2.7. VITA UTILE

La vita utile o durata di un elemento di segnaletica è definita dal tempo in cui tutte le caratteristiche presentano valori conformi ai limiti prescritti.

La mancanza di una delle caratteristiche in quanto fuori dai valori prescritti, determina la fine della vita utile o durata della segnaletica.

### 16.2.8. CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I prodotti impiegati per l'esecuzione della segnaletica orizzontale di sui al presente capitolato devono risultare conformi a quanto riportato nei successivi capitoli i quali si richiamano alla norma UNI EN 1436.

La idoneità dei prodotti potrà, in ogni momento, essere controllata su strada con gli appositi strumenti normalizzati. Prima della consegna dei lavori, è richiesta una prova pratica su strada a dimostrazione della idoneità dei prodotti nonché del metodo di applicazione.

Dopo l'approvazione, da parte della D.L., del campione applicato su strada, si potrà procedere al proseguimento dei lavori.

I campioni dei materiali impiegati saranno depositati presso gli uffici dell'ente appaltante in recipienti sigillati e firmati dall'impresa e dalla direzione lavori. Sulle confezioni dovranno apparire:

Nome commerciale del prodotto, accompagnato dalle modalità di applicazione con istruzioni dettagliate sulle quantità per m<sup>2</sup> utilizzate e sugli spessori in caso.

Pittura a solvente o a base acqua con sfere di vetro premiscelate:

- Fattore di luminanza B  $Y \geq 0,40$
- Coefficiente di luminanza retroriflessa RI  $\geq 35$
- Coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale (luce diffusa)  $Q_d \geq 80$
- Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT  $\geq 45$



Eventuale ritenzione di sporco anche dovuta a fenomeni elettrostatici verrà valutata come alterazione di colore.

E' inoltre stabilito che tutti i materiali prima del loro impiego, devono ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

#### 16.2.9. LAMINATI PLASTICI PER SEGNALETICA ORIZZONTALE

Tempo di essiccazione dell'adesivo

Il tempo di essiccazione dovrà essere non superiore a 60' con temperatura di 15° C +/- 2° C e umidità relativa 60% +/- 5%.

Scivolosità

Il grado di scivolosità misurato con apparecchio SKID Tester non dovrà essere al di sotto del 60% di quello della pavimentazione non verniciata circostante; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere inferiore a 40.

Stabilità dei colori

I colori dei segni non dovranno subire alterazioni nel tempo oltre i valori di seguito precisati:

la tonalità del bianco non dovrà variare al di sotto del valore 2/3 della scala ICI (BS 2663/1961) (Imperial Chemical Industries);

la tonalità del giallo dovrà essere compresa nella porzione di spazio del diagramma cromatico CIE (Commission Internationale dell'Eclairage) delimitata dalle coordinate fissate nella circolare 954 in data 20.12.1969 del Ministero LL.PP. In caso di contestazione saranno insindacabilmente accettati i risultati delle analisi fatte presso l'Istituto Elettrotecnico Galileo Ferraris di Torino.

Eventuale ritenzione di sporco anche dovuta a fenomeni elettrostatici verrà valutata come alterazione di colore.

Resistenza ai lubrificanti ed agli agenti atmosferici

Le caratteristiche richieste ai prodotti non dovranno essere alterate dall'azione di lubrificanti, di agenti atmosferici ecc.

Resistenza all'asportazione

Ogni segno sarà ritenuto efficiente quando non risulti asportata più del 20% della superficie del segno.

Adesività

I segni dovranno conservare la loro perfetta adesione al manto e non si dovranno riscontrare deformazioni o slittamenti.

Spessore

La lamina impiegata dovrà avere lo spessore di almeno 1,5 mm.

#### 16.3. SEGNALETICA VERTICALE

##### 1. Supporti

Saranno realizzati:

a) in laminato di alluminio di spessore minimo 25 mm sciolato (bordatura di irrigidimento su tutto il perimetro). Sul retro sarà munito di attacchi scanalati ove verranno alloggiati le staffe per l'applicazione sui sostegni. La faccia posteriore sarà verniciata in grigio neutro. I supporti di superficie superiore a 0,40 m<sup>2</sup> dovranno essere rinforzati posteriormente con profilati di alluminio scanalato di lunghezza pari a quella della targa ed in numero di due per il primo metro di altezza più una ogni metro o frazione di metro successivo. Nella scanalatura verranno alloggiati le relative staffe per l'applicazione sui sostegni. La facciata posteriore verrà verniciata in grigio neutro.

b) in lega di alluminio estruso di spessore minimo 20 mm a moduli componibili per sovrapposizione.



Ogni modulo sarà realizzato con profilature lungo i bordi superiori ed inferiori opportunamente sagomate per consentire l'inserimento di uno o più elementi e di ottenere targhe di varie misure in un corpo unico ben saldo mediante appositi morsetti di fissaggio degli elementi medesimi. Sul retro di ogni elemento estruso sarà ricavata una profilatura a canale continuo che consenta di alloggiare e far scorrere i bulloni di serraggio delle staffe per l'ancoraggio della targa ai sostegni. Le targhe, da realizzarsi con sistema modulare, si potranno applicare su pali a sezione circolare. Le apposite profilature a canale continuo ricavate sul retro, consentiranno l'installazione su uno o su due sostegni.

Nel caso di più frecce sovrapposte il tutto verrà reso solidale mediante l'apposizione di appositi morsetti di fissaggio dei singoli elementi.

## 2. Accessori e trattamenti

I bulloni e i dadi saranno in acciaio inox e le staffe in acciaio inox o alluminio. I supporti di tutti i cartelli stradali, pannelli, ecc. costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigio neutro).

Il tipo di vernice e di tecnica per l'esecuzione della verniciatura, dovranno essere i più idonei e rispondenti al tipo di materiale in questione, esposto all'esterno agli agenti atmosferici. Sulla faccia anteriore (faccia a vista) del supporto verrà applicato il simbolo realizzato con pellicola rifrangente ad elevata efficienza luminosa per la quale si rimanda a quanto prescritto dal D.M. (Ministero LL.PP) del 23.6.90 (G.U. del 13.7.90) e dal D.P.R. 495 del 16.12.1992 di cui all'art. 2°.

## 3. Caratteristiche meccaniche e qualità dei sostegni

I sostegni dei segnali saranno dimensionati per resistere all'azione del vento ad una velocità di 36 m/s. Le fondazioni in conglomerato cementizio, saranno gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata. I sostegni a palo per i segnali verticali saranno costituiti da paline tubolari diametro 60 mm in acciaio C 40 spessore minimo 3 mm. Le paline in acciaio saranno zincate a caldo secondo le norme UNI vigenti (spessore della zincatura di almeno 80 µm).

La parte inferiore dei sostegni a palo sarà opportunamente trattata con protettivi anticorrosione e l'altezza dei supporti varierà in funzione del numero e delle dimensioni dei segnali. I pali dei sostegni tubolari saranno chiusi alla sommità con tappi in materiale plastico e avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio.

## 16.4. SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ ESISTENTE

Per le zone non direttamente interessate dai lavori, ma in consegna, la segnaletica sia verticale che orizzontale deve essere mantenuta in efficienza a cura e spese dell'Appaltatore, che se ne assume la responsabilità della perfetta efficienza funzionale di ogni apparato segnaletico, sia singolo che complessivo.

## 16.5. SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ PROVVISORIA

Dovranno in ogni caso essere previste fasi di lavoro atte a garantire la continuità del traffico sia pubblico che privato; tutte le eventuali deviazioni provvisorie dovranno essere concordate con la D.L. per le successive approvazioni.

Ogni eventuale intervento dovrà essere preceduto da opportuni sopralluoghi con i tecnici della Polizia Municipale al fine di concordare in dettaglio i tempi, le larghezze ed il tracciato delle carreggiate e dei percorsi pedonali, le conseguenti segnalazioni verticali e orizzontali e quanto altro necessario.

L'Appaltatore oltre che all'elaborazione dell'eventuale progetto di viabilità provvisoria, da sottoporre alle approvazioni sopra citate, è tenuto a provvedere a sua cura e spese a tutte le sistemazioni superficiali provvisorie e definitive connesse con l'andamento dei lavori compresa la predisposizione di segnaletica orizzontale e verticale e l'assistenza per le opere murarie occorrenti all'AEM per l'installazione di eventuali impianti semaforici e d'illuminazione pubblica provvisori.

In tutte le fasi di lavoro dovrà essere consentito l'accesso alle proprietà private, anche con l'eventuale ausilio di passerelle pedonali ed impalcati di tipo stradale.

Resta precisata in ogni caso la totale responsabilità dell'Appaltatore sulla attivazione tempestiva e sistematica dei segnali luminosi e della manutenzione per la perfetta efficienza funzionale di ogni apparato segnaletico, sia singolo che complessivo.



L'adozione dei necessari dispositivi segnaletici in corso d'opera (coni, birilli, cavalletti, sbarramenti, recinzioni, cartelli, torce, fanali lampeggianti, ecc.) comporta sempre e inderogabilmente la conformità alle prescrizioni del Vigente Codice della Strada nonché della Vigilanza Urbana, a cura e per la responsabilità dell'Appaltatore.

Il progetto della segnaletica orizzontale e verticale verrà predisposto dall'Appaltatore, tale progetto verrà trasmesso al Comune di Milano che ne approverà la stesura in accordo con la Divisione Traffico della Polizia Municipale.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa all'esecuzione della segnaletica verticale ed orizzontale sulle vie e piazze interessate dalla nuova sistemazione superficiale comprese le vie limitrofe coinvolte.

#### 16.6. GARANZIE SULLA SEGNALETICA FISSA

I segnali verticali (i supporti, gli elementi strutturali in alluminio, i sostegni materiali di carpenteria), saranno tali per composizione e lavorazione da consentire una durata pari a quella dei prodotti retroriflettenti impiegati (7 anni per i segnali in classe I e 10 anni per quelli in classe II).

I segnali orizzontali dovranno essere garantiti per un periodo di tre anni dalla data della applicazione.



---

**CAPITOLO 17. SPURGO POZZETTI STRADALI E DISOSTRUZIONI RELATIVE TUBAZIONI DI SCARICO**

---

Le operazioni di spurgo dei pozzetti stradali dovranno avvenire previa apposizione di idonee transennature e segnaletica rispondente alla normativa vigente ed in particolare al Nuovo codice della Strada; si provvederà a seguito dell'apertura del coperchio o della griglia del pozzetto alla pulizia dal materiale inerte del pozzetto stesso al fine di individuare e liberare il sifone o la tubazione di scarico in partenza, successivamente mediante idonea macchina autocarrata tipo "combinata", munita di tutte le autorizzazioni di legge, si provvederà allo spurgo del pozzetto, del sifone, del tratto di allacciamento alla fognatura e di tutta la tubazione di scarico. Pertanto il mezzo utilizzato, in tutto conforme a quanto richiesto dalla D.L. e manovrato da operai ed operatori specializzati, dovrà essere munito di sonda, lancia in pressione ed ogni altra attrezzatura necessaria sia per lo spurgo del pozzetto che per la disostruzione delle tubazioni di scarico degli stessi.



**CAPITOLO 18. TESSUTO NON TESSUTO**

I requisiti di accettabilità per il materiale geotessile da porre in opera a diversi livelli nella sovrastruttura stradale dovranno essere i seguenti:

a)	Massa (CNR 110/85) in g/m <sup>2</sup>	200	250	300	400
b)	Spessore sotto carico di 0,5 kPa (CNR 111/85), mm	1,8	2,3	2,5	3,3
c)	Resistenza a trazione (UNI 8639), daN/5cm	80	118	130	170
d)	Allungamento (UNI 8639), %	75	80	80	90
e)	Punzonamento CBR (UNI 8279/9), daN	190	220	280	350



**CAPITOLO 19. BARRIERE DI SICUREZZA NEW JERSEY PER PROTEZIONE AREE DI CANTIERE**

Saranno realizzate in calcestruzzo con inerti di granulometria adeguata ed eventualmente con aggiunta di appositi additivi in modo tale da avere una resistenza caratteristica non inferiore a 350 kg/cm<sup>2</sup>, dovranno presentare aspetto liscio, con bordi smussati o arrotondati; dovranno avere una massa compatta, priva di vuoti, ed a ridottissime capacità igroscopiche per garantire una durabilità almeno trentennale. Sarà presente una debole armatura metallica ad aderenza migliorata.

Le parti terminali dovranno presentare una staffa metallica zincata opportunamente ancorata nel calcestruzzo per l'alloggiamento dei bulloni di collegamento alle staffe metalliche analogamente ancorate all'elemento successivo, in modo da costituire continuità strutturale alle spinte laterali.

Al disopra del filo del calcestruzzo, in caso di ponti, potrà essere richiesto un corrimano metallico tubolare opportunamente ancorato in apposite sedi già predisposte nel calcestruzzo stesso.

La sezione sarà quella prevista in progetto (piano della sicurezza).

Gli oneri per la predisposizione delle zone di appoggio a terra degli elementi, nonché le cautele per l'evacuazione delle acque piovane al disotto degli elementi, saranno a carico dell'Appaltatore, così pure l'installazione di dispositivi rifrangenti a distanze non superiori a 12 m.



**CAPITOLO 20. POLIFORE PORTACAVI**

Le polifore portacavi potranno essere eseguite con manufatti in cemento conglomerato prefabbricato o con tubi in pvc distanziati fra loro di 30 mm, mediante appositi distanziatori rinfiacate con getto di calcestruzzo per almeno cm 10 per lato e ricoperte per uno spessore non inferiore a 10 cm.

I condotti portacavi, cavi o tubazioni sotterranee esistenti che venissero manomessi durante i lavori, se non diversamente prescritto, dovranno essere ripristinati nella medesima posizione.

In corrispondenza degli incroci stradali manomessi o di nuova formazione occorre prevedere la posa su ogni lato dell'incrocio medesimo un manufatto portacavi di almeno 9 fori diametro 160 mm, salvo diversa previsione progettuale o prescrizione da parte della D.L.

**DIREZIONE CENTRALE TECNICA  
SETTORE TECNICO INFRASTRUTTURE**

Ai sensi del D.P.R. 445 del 28.12.2000, attesto che la  
copia composta da n. 38 fogli scritti su 4 facciate è

**CONFORME ALL'ORIGINALE***Originali qui depositati*

Milano,

**02 NOV. 2015**  
Il Direttore di Settore  
Dott. Ing. Renzo Valtorta