

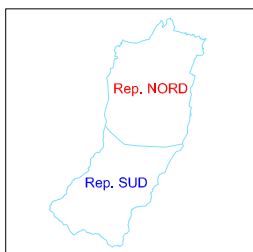


PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia Tel 0522 444111 - Fax 0522 451676

E-mail: info@provincia.re.it - Web: <http://www.provincia.re.it>

SERVIZIO INFRASTRUTTURE, MOBILITA' SOSTENIBILE E PATRIMONIO



SCALA 1:75.000

ACCORDO QUADRO PER INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRADE PROVINCIALI DEL REPARTO NORD CON SERVIZIO DI PRONTO INTERVENTO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE TECNICA

Il Responsabile Unico del Progetto:

Arch. Daniela De Angelis

Il Dirigente del Servizio Infrastrutture

Mobilità Sostenibile e Patrimonio:

e Patrimonio:

Dott. Ing. Valerio Bussei

Progettista:



Collaboratori:

-

-

REVISIONE			Redatto		Verificato o Validato	
Revis.	Data Revis.	Descrizione Modifiche	Data	Nome	Data	Nome
B	03.04.2024		03.04.2024	Signorile	03.04.2024	Morini
All. n°	Data Progetto	N° P.E.G.	Nome File			
.	Marzo 2024		4358_F_COS_CST_1_B			

Sommario

Art. 1 Descrizione.....	6
1.2 Gestione informatica delle attività previste nell'appalto.....	10
1.2.1 Premessa	10
1.2.2 Caratteristiche del sistema richiesto dalla provincia.	10
1.2.3 Funzionalità richieste.....	12
1.2.4 Requisiti della piattaforma informatica	12
1.2.5 Livello dei servizi (SLA) e penali	14
Art. 2 Tempo utile per iniziare gli interventi	16
Art. 3 Individuazione delle singole prestazioni di manutenzione.....	18
Art. 4 Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione.....	19
Art. 5 Qualità e accettazione dei materiali.	20
Art. 6 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.	22
Art. 7 Modalità di esecuzione dei lavori di sovrastruttura stradale e qualità dei materiali. ...	23
7.1 Premessa	25
7.2 Strati di fondazione.....	27
7.2.1. Misto granulare	27
7.2.2 Misto cementato	33
7.3. Strati della pavimentazione.....	44
7.3.1. Lavorazioni preliminari alla posa in opera dei conglomerati bituminosi.....	44
7.3.1.1. Scarificazioni e fresature di pavimentazioni	44
7.3.1.2. Scarificazione di pavimentazioni esistenti.	44

7.3.1.3. Fresatura strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature.....	44
7.3.1.4. Demolizione della pavimentazione stradale	45
7.3.2. Geotessile	45
7.3.3. Geogriglia	46
7.3.4. Mano d'attacco.....	46
7.3.5. Membrana impermeabilizzante.....	47
7.3.6. Leganti bituminosi	49
7.3.7. Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)	49
7.3.8. Additivi.....	50
7.3.9 Conglomerati bituminosi prodotti a caldo	51
7.3.9.1. Strato di base	58
7.3.9.2. Strato di collegamento (binder)	61
7.3.9.3 Strato di collegamento ad alto modulo	64
7.3.9.4. Strato di usura	67
7.3.9.5 Strato di risagomatura (usura fine 0/8)	70
7.3.9.6. SMA - Splitt mastix asphalt (antisdrucchiolo chiuso)	72
7.3.9.7. Strato di usura drenante-fonoassorbente	75
7.3.10. Prescrizioni sul confezionamento della miscela e sulle lavorazioni	78
7.3.11. Controlli periodici sulla pavimentazione	81
7.3.12. Requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi e penalità	84
7.3.12.1. Caratteristiche compositive	85
7.3.12.2. Densità e vuoti detrazioni	85
7.3.12.3. Aderenza e tessitura detrazioni	86
7.3.12.4. Caratteristiche meccaniche detrazioni.....	87
7.3.12.5. Aderenza tra gli strati detrazioni.....	87
7.4 Cordoli in cls vibrati e lisciati	87
7.5 Cordoli in cls vibrati e lisciati di tipo sormontabile	87

Art. 8 Consolidamento di rilevati stradali	89
8.1 Consolidamento con reti metalliche	89
8.2 Consolidamento con pali in castagno	89
8.3 Consolidamento con palificate in castagno	90
8.4 Terre armate.....	90
Art. 9 Sostituzione giunti di pavimentazione stradale.....	96
9.1 Descrizione dettagliata delle attività.....	96
9.2 Tipologia di giunti di dilatazione (compreso giunto di marciapiede).....	97
9.2.1 Giunto in gomma – metallo / elastomero armato	98
9.2.2 Giunto a pettine.....	99
Art.10 Tombini e manufatti di fossati o di attraversamento del corpo stradale	102
10.1 Tubazioni in conglomerato cementizio vibrato	102
10.2 Tubazioni in acciaio	102
10.3 Posa in opera dei tubi.....	102
10.4 Controlli.....	103
10.5 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata.....	103
10.6 Pozzetti.....	106
10.6.1 Chiusino di ispezione	106
10.6.2 Griglia piana.....	107
10.7 Canalette di drenaggio	107
10.8 Caditoie stradali	108
10.9 Scatolari prefabbricati	108

Art. 11 Barriere di sicurezza	109
Art. 12 Segnaletica orizzontale	118
Art. 13 Segnaletica verticale	128
Art. 14 Segnaletica complementare	141
14.1 Delineatori stradali	141
14.2 Coni h = 50 cm.....	142
14.3 Occhi dl gatto.....	142
14.4 Dissuasore elettronico di velocità	144
Art. 15 Movimenti di terre - scavi in genere	146
15.1 Scavi di sbancamento	146
15.2 Scavi di fondazione	147
Art. 16 Conglomerati cementizi semplici ed armati	148
16.1 Caratteristiche del calcestruzzo	150
16.1.1 Posa in opera del calcestruzzo	154
16.1.2 Controlli in corso d'opera.....	155
Art. 17 Casseforme per armature.....	159
Art. 18 Acciai.	161
18.1 Acciai per cemento armato.....	161
18.2 Acciai per strutture metalliche.....	165

Art. 19 Sostegni per segnali verticali	177
Art. 20 Portali per segnaletica di indicazione.....	178
Art. 21 Gabbioni a scatola.	179
Art. 22 Sfalcio erba e manutenzione verde.....	184
22.1 Potature	184
22.2 Abbattimento	185
22.3 Sfalcio erba	186
22.4 Disposizioni generali	189
22.5 Danni arrecati	189
Art. 23 Servizio di pronto intervento.....	190
Art. 24 Norme per la misurazione e la valutazione delle opere	191
24.1 Norme generali	191
24.2 Conglomerati bituminosi	191
24.3 Barriere di sicurezza	192
24.4 Segnaletica orizzontale.....	192
24.5 Segnaletica verticale	194
24.6 Tutte le restanti lavorazioni e opere	194
24.7 Esecuzione di prove dinamiche in sito.....	194
24.8 Dispositivo integrativo di rinforzo per paletti infissi di barriere di sicurezza per bordo laterale.	195

Art. 1 Descrizione

L'appalto ha per oggetto i “LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRADE PROVINCIALI DEL REPARTO NORD CON SERVIZIO DI PRONTO INTERVENTO”, consistenti nell'esecuzione di tutte le opere e nella fornitura di tutti i materiali, mezzi d'opera e personale occorrenti per gli interventi di messa in sicurezza delle strade del reparto sud e sue pertinenze, comprese prestazioni aggiuntive quali, la manutenzione del verde e servizio di pronto intervento secondo l'entità e le caratteristiche prescritte nel presente capitolato, come descritto a titolo indicativo e non esaustivo nel seguito:

- ripristino pavimentazioni stradali, con eventuale fresatura del piano viabile, rifacimento cassonetti di fondazione, ricostruzione degli strati in conglomerato bituminoso (anche mediante rigenerazione a freddo) e posa in opera di manti di usura (con anche l'utilizzo di emulsioni bituminose modificate);
- risanamento completo del corpo stradale;
- consolidamento di rilevato stradale;
- tombamento di fossati stradali;
- installazione di barriere stradali (sostituzione e/o nuova installazione);
- sostituzione di giunti di dilatazione su manufatti (ponti e cavalcavia);
- ripristino e posa di segnaletica orizzontale (nuovo impianto e ripasso) e segnaletica verticale;
- abbattimento, potatura alberature presenti nelle pertinenze stradali e sfalcio erba delle stesse;
- ripristino cordoli, pulizia fossati stradali ecc.;
- fornitura di materiali vari per manutenzione stradale;
- servizio di pronto intervento a seguito di situazioni emergenziali causate da eventi meteorologici sfavorevoli o altre circostanze imprevedibili;
- adempimenti relativi alla sicurezza sul posto di lavoro e nei cantieri stradali.

I lavori di manutenzione verranno effettuati in esecuzione degli ordinativi emessi dal personale del Servizio Infrastrutture Mobilità Sostenibile e Patrimonio secondo le modalità e sulla base delle esigenze specificate e dei fabbisogni di volta in volta individuati dall'Amministrazione committente. Tali lavori riguarderanno le strade provinciali o le strade di interesse provinciale soggette ad uso pubblico, di cui alla tavola-planimetrica facente parte dei documenti di progetto. I lavori riguarderanno oltre che le carreggiate stradali, con qualsiasi tipo di pavimentazione, anche le accessioni, le pertinenze e le opere d'arte stradali. Inoltre sono previsti gli interventi di manutenzione del verde consistenti nell'abbattimento e nella potatura delle alberature presenti nelle pertinenze stradali, nonché eventuali altri lavori (sfalcio erba), secondo le condizioni riportate nel presente capitolato.

Per tutte le categorie di lavori, l'Impresa dovrà adottare i migliori procedimenti esecutivi dettati dalla tecnica, avvalendosi di mezzi meccanici adeguati ed idonei, tali da assicurare la puntuale

ultimazione e la realizzazione a perfetta regola d'arte. Per i lavori per la cui entità e qualità, **a discrezione della Provincia**, non si richiede l'uso di macchinari, si farà ricorso al lavoro manuale.

L'impresa aggiudicataria entro trenta (30) giorni naturali e consecutivi dalla data di aggiudicazione dei lavori dovrà allestire un idoneo centro operativo, ubicato in prossimità del baricentro della zona Reparto Nord, identificato nel Centro Operativo di Sesso in comune di Reggio Emilia.

Il centro operativo dovrà possedere le infrastrutture minime atte a garantire l'espletamento del servizio di pronto intervento (descritto al successivo Art. 23) e dovrà essere dotato di adeguati locali per il ricovero di due automezzi, di segnaletica stradale e di materiali vari. Può essere utilizzata la sede operativa della ditta se ubicata in zona e avente le caratteristiche sopra riportate.

L'impresa aggiudicataria dovrà inoltre garantire un servizio di centralino telefonico (con numero fisso o cellulare) funzionante 24 ore su 24 dotato anche di rete internet, posta elettronica e PEC ai quali sia possibile inviare ed impartire i relativi "ordini". Dovrà inoltre essere conservato un apposito registro (in formato elettronico) di annotazione delle richieste di intervento. Per ogni richiesta dovranno essere indicati i seguenti estremi:

- n° ordine;
- data di chiamata;
- ora di chiamata;
- nominativo del centralinista;
- nominativo di chi inoltra la richiesta;
- luogo di richiesta dell'intervento;
- tipologia dell'intervento richiesto;
- nominativo delle persone o delle squadre a cui viene affidato l'intervento;
- data di intervento;
- ora di inizio intervento;
- ora di fine intervento;
- descrizione dell'intervento eseguito;
- firma del centralinista.

Nello specifico dovranno essere garantiti nel centro operativo almeno i seguenti requisiti minimi di dotazione.

- **2 automezzi dotati della segnaletica relativa a cantiere in movimento provvisti di lampeggianti**, adibiti a trasporto di persone (**almeno n° 3**) e materiali, per una portata complessiva di **tonn. 3,5**;
- **segnaletica necessaria per fronteggiare situazioni di pericolo e di emergenza materiale per:**
 - **allestimento di almeno 3 (tre) cantieri di lavoro a senso unico alternato di lunghezza almeno 100 ml comprensivi di segnaletica stradale, transenne per delimitazione**

- cantiere, lanterne, segnaletica luminosa e gruppo semaforico mobile a batteria, ecc.;
- **allestimento di almeno 3 (tre) cantieri di chiusura della carreggiata stradale comprensivi di segnaletica stradale compresa quella di deviazione, new jersey di cemento, transenne per delimitazione cantiere, lanterne e segnaletica luminosa, ecc.;**
- **n° 1 gruppo generatore elettrico con impianto mobile di illuminazione;**
- **materiali utilizzati negli interventi di pronto intervento** (con almeno **ton. 20** di conglomerato bituminoso tipo “invernale” sfuso, **ton. 10** di conglomerato bituminoso tipo “invernale” in sacchi, **ton. 30** di misto stabilizzato e **ton. 1** di assorbenti per oli minerali ecc.).

L'impresa aggiudicataria dovrà inoltre:

- mettere a disposizione, a seconda delle esigenze della stazione appaltante per i lavori e per l'ordinaria manutenzione, almeno **1 (una) squadre** di lavoro composta da **3 (tre) addetti**, autonoma dal punto di vista della dotazione tecnico – operativa e con un impegno lavorativo per addetto di 40 ore a settimana. Si dovrà comunque prevedere che **almeno 1 (una) squadre** sia impegnata per qualche periodo dell'appalto in aiuto al personale esterno (cantonieri) della Provincia di Reggio Emilia, per il normale arco di lavoro giornaliero (40 ore a settimana per addetto). La squadra dovrà inoltre essere dotata di collegamento telefonico tramite apparecchio portatile. l'elenco dei componenti delle squadre di supporto ai cantonieri deve essere comunicato via PEC alla Provincia **entro 10 giorni naturali e consecutivi** dalla richiesta di messa a disposizione/comunicazione di inizio lavori in via d'urgenza ed eventuali sostituzioni di personale dovranno essere preannunciate telefonicamente entro la giornata di presa di servizio e confermati via PEC entro 48 ore;
- mettere a disposizione, secondo le esigenze della stazione appaltante, per gli interventi ordinari e straordinari di segnaletica orizzontale, almeno **1 (una) squadra di lavoro composta da 4 (quattro) addetti**, autonome dal punto di vista della dotazione tecnico – operativa; dotate di traccialinee, fresatrice, stampi vari (freccie, stop, ecc.), rullo + corda per nuovi impianti, mezzo di trasporto (uomini e mezzi) e tutto il materiale per la delimitazione della zona di lavoro (coni nuovi e segnaletica di cantiere nuova) come previsto dal Codice della Strada. Il tutto con un impegno lavorativo per addetto di 40 ore a settimana.
Tali squadre dovranno essere autonome nella gestione dei propri mezzi, nel deposito delle vernici e dei diluenti e nel deposito e nello smaltimento dei bidoni vuoti.

LA PROVINCIA NON FORNIRÀ ALCUNA ZONA DI DEPOSITO E SI RITIENE ESENTE DA OGNI RESPONSABILITÀ' ED ONERE DERIVANTE DAGLI OBBLIGHI DI DEPOSITO E SMALTIMENTO, SECONDO LA LEGISLAZIONE VIGENTE, CHE SARANNO COMPLETAMENTE A CARICO DELLA DITTA APPALTATRICE;

- mettere a disposizione, a seconda delle esigenze della stazione appaltante per i lavori e per l'ordinaria manutenzione della segnaletica verticale, almeno **1 (una) squadra** di lavoro composta da **4 (quattro) addetti**, autonomi dal punto di vista della dotazione tecnico– operativa e con un impegno lavorativo per addetto di 40 ore a settimana;

- di mettere a disposizione almeno **1 (una) squadra composta da 5 addetti + 2 addetti per segnaletica stradale**, per interventi straordinari di bitumatura, dotate di vibrofinitrici, rulli compressori e spanditrici di emulsione bituminosa. La squadra deve intervenire con i tempi di cui al successivo punto 2. È facoltà inoltre della Direzione Lavori, nel caso di bitumature su strade di maggior importanza e con un elevato flusso di traffico, di disporre che tali lavorazioni vengano eseguite nelle ore notturne o nelle giornate festive, senza che l'impresa esecutrice possa richiedere alcun aumento dei prezzi contrattuali, a parte, le maggiorazioni per il lavoro notturno e/o festivo per operai, secondo quanto previsto dal CCNL.
- garantire, quale supporto tecnico per l'esercizio dei lavori di cui al presente appalto, la disponibilità diretta o attraverso apposito nolo, della seguente attrezzatura tecnica e dei mezzi d'opera minimi in relazione alla natura dell'intervento ed all'indicazione della Direzione Lavori:
 - n. 2 autocarri ribaltabili della portata di ton. 15;
 - n. 2 autocarri ribaltabili della portata di ton. 30;
 - n. 1 autocarri a cassa ribaltabile della portata fino a 2 ton;
 - n. 1 autocarro con semirimorchio a carrellone fino a 20 t.;
 - n. 1 autocarro, con gru della portata di 5 q.li. a 10 mt.;
 - n. 1 autocarro, con cestello della portata di 5 q.li. a 10 mt.;
 - n. 1 trattore da 90 kW;
 - n. 2 autocisterna con barra spandiemulsione;
 - n. 2 escavatore semovente fino a 130 kW;
 - n. 2 escavatore semovente fino a 130 kW;
 - n. 1 pala gommata a 168 kW ;
 - n. 2 terna gommata della potenza da 90 kW;
 - n. 2 rulli compressori vibranti;
 - n. 1 mini escavatore con martello demolitore;
 - n. 2 vibrofinitrici di larghezza fino a 4,5 m.;
 - n. 1 Bobcat con fresa;
 - n. 1 autobotte per espurgo fognature da 2,1 t. a 8 t.;
 - n. 1 motogreder livellante;
 - n. 1 autospazzatrici aspiranti fino a mc. 5;
 - n. 1 idropulitrice per pulizia di strutture a vista;
 - n. 2 martelli pneumatici demolitori e perforatori;
 - n. 1 taglio asfalto con sega circolare;
 - n. 1 pompe aspirante, compresi tubi e accessori
 - n. 1 autocarro con piattaforma aerea, altezza di lavoro fino a mt. 20,00, conforme alla Direttiva CE;
 - n. 3 motodecespugliatori dotati di raiber;
 - n. 3 traccialinee;
 - n. 1 fresatrice a freddo per cancellare segnaletica orizzontale;
 - n. 2 autocarri a cassa ribaltabile della portata fino a 2 ton per gli spostamenti della squadra dotato dei dispositivi di segnalazione cantiere mobile (segnali posteriori e

lampeggianti), con tutto l'occorrente per il montaggio della segnaletica (pali, attacchi, dispositivi antirotazione, cemento, martello pneumatico, avvitatori e quant'altro occorra per il corretto montaggio della segnaletica verticale secondo il Codice della Strada D.LGS. 30.04.1992 n. 285 Regolamento D.P.R. 16.12.1992 n. 495 e successive modificazioni);

- n. 4 motoseghe con lame da cm. 40, conformi alla Direttiva CE;
- n. 3 decespugliatori, conformi alla Direttiva CE;
- n. 100 transenne stradali, compresa la segnalazione notturna di pericolo (una lanterna per barriera);
- n. 2 kit completi di segnaletica stradale di cantiere contenenti anche segnaletica luminosa a protezione delle squadre di lavoro.

La disponibilità definitiva di tale attrezzatura dovrà essere dimostrata in sede di presentazione dell'offerta.

Dovrà essere garantito:

- l'utilizzo della segnaletica temporanea (verticale, orizzontale, luminosa e complementare) necessaria per la realizzazione dei lavori (cantieri fissi e mobili). Il tutto in conformità a quanto stabilito dal Codice della Strada, dal D.M. del 10 luglio 2002 e alle prescrizioni impartite dalla D.L. in occasione di sensi unici alternati, deviazioni, chiusure, ecc. ;
- il servizio di controllo cantieri stradali mediante sorveglianza diurna e notturna, feriale e festiva, tale da garantire il ripristino immediato di segnali e impianti danneggiati o manomessi.

La mancata disponibilità anche parziale di tale attrezzatura, qualora ne venisse richiesto l'utilizzo, costituirà causa di inadempienza per l'impresa.

Altri mezzi, materiali e mezzi d'opera dovranno essere messi a disposizione nel caso dell'eventualità di attivazione del servizio di taglio erba come descritto compiutamente più avanti.

L'IMPRESA AGGIUDICATARIA SI IMPEGNA ALLA FORNITURA DEI MATERIALI CHE VERRANNO RICHIESTI, CON LE MODALITÀ DELL'ART. 2 CONTENUTI IN ELENCO PREZZI IN CONFEZIONI DI PESO TASSATIVAMENTE NON SUPERIORE A 25,00 KG.

1.2 Gestione informatica delle attività previste nell'appalto

1.2.1 Premessa

La ditta appaltatrice, per garantire un'adeguata gestione degli interventi manutentivi, deve prevedere la fornitura di una piattaforma software che consenta la gestione delle richieste di intervento, garantendo la raccolta dei dati puntuali, descrittivi e di geo localizzazione di ogni singolo intervento, oltre al successivo scambio di documentazione utile al completamento degli stessi.

1.2.2 Caratteristiche del sistema richiesto dalla provincia.

Per tutta la durata dell'appalto (o accordo quadro) dovrà essere garantita la disponibilità di una soluzione software con le seguenti caratteristiche:

- essere progettata ed erogata in modalità SaaS (Software as a Service) così da non comportare alcun investimento in infrastrutture, hardware e licenze software per la Provincia di Reggio Emilia;
- essere per definizione un'applicazione web, accessibile mediante un browser standard (Chrome, Microsoft Edge, Mozilla Firefox), possibilmente senza la necessità di dover installare sulle postazioni componenti aggiuntive, tale da consentire l'inserimento dei dati specifici delle richieste di intervento (informazioni descrittive, di localizzazione, del livello di gravità, etc) delle prese incarico e delle successive informazioni, quali fotografie e/o documenti fino alla chiusura dell'attività di manutenzione e alla reportistica, come di seguito meglio specificato;
- prevedere una specifica versione per smartphone, ovvero una App e/o applicazione web responsive - così che sia utilizzabile sulle diverse tipologie di smartphone - anche con funzionalità ridotte, rispetto alla versione per PC, ma che consenta di associare l'effettiva tempistica dell'intervento da parte degli operatori sul campo e della relativa georeferenziazione. Deve inoltre essere prevista una applicazione per smartphone che consenta il tracciamento GPS, che consenta di rilevare le tempistiche nelle zone di mancata copertura della linea di telefonia mobile;
- prevedere un'evoluta gestione dei profili di accesso, che consentano a ciascun 'attore' differenti ruoli e competenze sui documenti anche a seconda dell'Ente e/o dell'azienda di appartenenza, considerando che gli interventi potranno essere gestiti e mantenuti da aziende differenti. Ad esempio potranno esservi operatori di imprese che potranno visualizzare e/o operare soltanto relativamente ad interventi di propria pertinenza, altri che potranno invece operare trasversalmente su tutte le tipologie di interventi; inoltre vi potranno essere limitazioni rispetto al poter operare soltanto a livello di segnalazioni e non allo scambio di documentazione relativa;
- prevedere un popolamento iniziale delle anagrafiche delle imprese e del personale dell'Ente, eventualmente anche mediante una import automatica da un file realizzato secondo un tracciato record condiviso con l'Ente;
- prevedere un servizio di manutenzione ed assistenza tecnica per ogni tipo di malfunzionamento e/o indisponibilità del software, che garantisca almeno i tempi di intervento successivamente specificati, nel paragrafo *"Livello dei servizi"*.

Dovrà inoltre essere previsto:

- un'attività iniziale di analisi, per la configurazione delle funzionalità del software e della definizione dei ruoli e dei profili degli utenti che dovranno utilizzare la piattaforma, a cui farà seguito un collaudo del sistema, che sancirà l'avvio in produzione, con dati effettivi degli interventi. **L'attività dovrà essere completata entro 3 mesi dall'aggiudicazione.**
- l'erogazione di un'adeguata formazione agli operatori dell'Ente e delle aziende che gestiranno gli interventi di manutenzione, perché possano operare in autonomia nell'inserimento e modifica delle informazioni e nella gestione ed estrazione dei dati secondo la diversa profilazione che verrà loro assegnata. Si potranno organizzare interventi formativi differenti, a seconda delle esigenze di utilizzo, ad esempio del software completo da PC, piuttosto che della App da smartphone;
- a conclusione dell'appalto, la possibilità di esportare una copia dei dati e/o documenti inseriti in piattaforma durante tutta la durata del contratto, in un formato concordato con l'Ente.

1.2.3 Funzionalità richieste

L'applicazione software, oltre quanto già specificato nei paragrafi precedenti dovrà almeno:

- gestire le due macro tipologie di interventi previsti da capitolato:
 - richieste di pronto intervento;
 - richieste di manutenzione;
 con i relativi dati di pertinenza e flussi documentali, potendo anche inserire richieste di sollecito, quando questi non vengano chiusi nelle tempistiche previste;
- relativamente alle richieste di pronto intervento, il sistema dovrà consentire la gestione ed il completamento dei dati di ciascuna segnalazione, prevedendo un ipotetico flusso composto da: inserimento della segnalazione (con dati puntuali, descrittivi ed eventuali file pdf ed immagini), presa in carico da parte della ditta di riferimento con precise indicazioni di data e ora di inizio e fine intervento, anche nel caso mediante georeferenziazione dello stesso. Inserimento di eventuali lavorazioni successive per il completamento, con dati di preventivazione tempi e costi;
- relativamente alle richieste di manutenzione, il sistema dovrà consentire la gestione ed il completamento dei dati di ciascuna richiesta di lavorazione da eseguire (asfaltatura, muretti, etc), prevedendo un ipotetico flusso composto da: inserimento della richiesta (con dati puntuali, descrittivi ed eventuali file pdf ed immagini), presa in carico da parte della ditta di riferimento, preventivazione ed accettazione dello stesso da parte dell'Ente, avvio dei lavori con indicazioni di data ed eventualmente ora di inizio e fine intervento, anche nel caso mediante georeferenziazione dello stesso.
- dovrà inoltre essere possibile creare una serie di fascicoli per ciascuna segnalazione e/o intervento, in cui inserire anche successivamente all'inserimento delle segnalazioni/ordinativi, le informazioni a corredo quali foto, video e/o scansioni di documenti cartacei, gli allegati per la contabilità (liste in economia, ddt, bolle, rapportini di manutenzione, ecc.) almeno in formato PDF;
- prevedere almeno una serie di viste di riepilogo idonee a fornire:
 - la conoscenza dello stato di avanzamento degli interventi, che siano filtrabili per richieste di pronto intervento e manutenzione (ad esempio gli interventi aperti ma non ancora risolti)
 - la programmazione dei lavori/servizi/forniture da eseguire;
 - l'elenco degli eventuali solleciti inseriti per tipologia di segnalazione;
 - il controllo dei termini previsti per l'esecuzione dei lavori/servizi/forniture, con allertamento in caso di criticità in merito al rispetto dei tempi, ad esempio con eventuali simbologie che indichino a colpo d'occhio lo stato, come pallino verde per intervento completato, rosso per intervento ancora da prendere in carico e fuori dai tempi previsti, etc;
 - elenco della documentazione degli interventi eseguiti e relativi importi.
 Tutte le viste filtrate dovranno essere scaricabili in formati aperti quali .csv, .xlsx.

1.2.4 Requisiti della piattaforma informatica

L'infrastruttura software dovrà almeno garantire i seguenti requisiti minimi:

- garantire l'accesso sicuro al sistema, tale da assicurare l'integrità, la riservatezza e la disponibilità dei dati. In particolare si richiede siano rispettati i requisiti minimi di sicurezza, come esemplificati da AGID nelle linee guida di riferimento, quali ad esempio:
 - supporto di protocolli sicuri e cifrati;
 - gestione di più profili di accesso;

- o funzionalità di 'richiesta creazione o cambio password' al primo accesso;
- o gestione delle vulnerabilità;
- o etc;
- adottare politiche di backup e di disaster recovery che garantiscano l'integrità dei dati in caso di ripristino. In particolare in caso l'infrastruttura del fornitore subisca un attacco informatico, in conseguenza del quale vengano compromessi i sistemi e/o i dati dell'Ente, deve farsi carico delle bonifiche del caso e riportare i sistemi in uno stato di assenza di vulnerabilità;
- seguire in generale le Linee Guida emanate dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale (DTD) e dall'Agenzia per la Cybersicurezza Nazionale (ACN), rispettando gli adempimenti di legge in materia quali in particolare il Codice Dell'Amministrazione Digitale e successive Integrazioni, il Piano triennale per l'informatica nella Pubblica amministrazione 2022-2024, le circolari AGID n. 2/2018 e n. 3/2018 ed il Regolamento dei servizi cloud per la pubblica amministrazione (2021) e le determinazioni ACN n. 306/2022 e 307/2022.

Inoltre il sistema deve:

- rispettare il Regolamento UE 2016/679 in materia di privacy e successive evoluzioni: il soggetto fornitore deve garantire e dimostrare di aver fatto tutto quanto necessario al fine di conformarsi al GDPR e alle disposizioni applicabili in materia di protezione dei dati personali e in modo particolare di aver sviluppato valutazioni del rischio dell'uso dell'applicativo che dovrà essere tassativamente disegnato in maniera conforme al Regolamento UE 2016/679. Il soggetto fornitore deve inoltre assicurare che i principi di "privacy by design" e "privacy by default", sanciti dall'articolo 25 del GDPR, siano stati assunti quali fondanti nell'elaborazione dell'applicazione, documentando che le condizioni necessarie per garantire la protezione dei dati fin dalla progettazione e per impostazione predefinita, siano già implementate all'interno dell'applicazione stessa. Il soggetto fornitore deve altresì garantire che l'applicazione è conforme alle misure di sicurezza del trattamento dei dati contemplate dall'Articolo 32 del Regolamento UE 679/2016 e produrre adeguata documentazione a supporto di eventuali adesioni a codici di condotta (di cui all'articolo 40 del Regolamento UE 679/2016) o a meccanismi di certificazione approvati (di cui all'articolo 42 del Regolamento UE 679/2016)
- garantire che la gestione sistemistica dell'infrastruttura rispetti le "Misure minime di sicurezza ICT per le pubbliche amministrazioni".

L'affidatario inoltre dovrà informare tempestivamente la Provincia di Reggio Emilia sull'accadimento di incidenti di sicurezza e sulla loro tempestiva risoluzione e dovrà

garantire di ottemperare a tutti gli adempimenti previsti per gli Amministratori di Sistema.

La Provincia di Reggio Emilia si riserva la facoltà di richiedere verifiche (penetration test, vulnerability assessment, etc), che verranno concordate e pianificate con l'affidatario ed alle quali l'affidatario dovrà fornire adeguato supporto.

1.2.5 Livello dei servizi (SLA) e penali

La piattaforma dovrà essere funzionante 24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana, 365 giorni all'anno, salvo i periodi di interruzione del servizio per attività di manutenzione, dovrà inoltre garantire una disponibilità del servizio pari ad almeno il 97% delle ore totali su base mensile; si precisa che nel calcolo della disponibilità del servizio non saranno considerate interruzioni dovute ad eventi di forza maggiore, intesi come eventi imprevedibili ed imprevedibili, al di fuori del controllo del fornitore, o interruzioni concordate con il referente della Provincia di Reggio Emilia dovute ad interventi manutentivi programmati.

Dovrà essere disponibile un servizio di assistenza con sistema di ticketing, via mail e/o web e/o telefonico a cui fare segnalazioni di malfunzionamenti e/o indisponibilità del sistema.

Dovranno essere garantiti almeno i seguenti tempi di presa in carico dei ticket:

- Malfunzionamenti bloccanti:
 - completa indisponibilità della piattaforma: entro le 2 ore lavorative;
 - indisponibilità di funzionalità relative all'inserimento e alla presa in carico di richieste di pronto intervento: entro le 4 ore lavorative;
 - indisponibilità di funzionalità relative all'inserimento di richieste di manutenzione: entro le 12 ore lavorative;
- Malfunzionamenti non bloccanti: 24 ore lavorative.
- Dovranno essere garantiti almeno i seguenti tempi di risoluzione dei ticket:
- Risoluzione malfunzionamenti bloccanti:
 - completa indisponibilità della piattaforma o di funzionalità che consentono l'inserimento e la presa in carico di richieste di pronto intervento: entro le 6 ore lavorative;
- Risoluzione malfunzionamenti non bloccanti: 72 ore lavorative.

PENALI

Tenuto conto di quanto indicato dall'art. 125 e 126 del D.lgs. 36/2023:

- in caso di mancato rispetto delle tempistiche di cui al punto precedente (SLA) od interventi concordati con l'Ente e non effettuati entro il termine previsto;
- in caso di malfunzionamenti gravi della piattaforma, che non siano risolti nei tempi previsti o siano risolti anche solo parzialmente ma non secondo le esigenze dell'Ente;
- nel caso di ritardo dell'attivazione del software, totale o parziale dei beni, rispetto ai tempi definiti da crono-programma (n. 3 mesi);

per ogni giorno di ritardo rispetto alle casistiche sopra indicate, la stazione appaltante applicherà una penale il cui valore sarà compreso tra lo 0,3 e l'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale, fino ad un massimo del 10%.

Non si procederà all'applicazione delle penali, ad insindacabile giudizio della Provincia, solo se la ditta aggiudicataria potrà dimostrare che i ritardi sono stati causati da eventi straordinari, non dipendenti da volontà, imperizia o negligenza della ditta medesima.

In caso di inottemperanza agli obblighi derivanti dal presente Capitolato, fermo restando l'applicazione delle penali previste, la Provincia può inoltrare lettera di diffida alla ditta; qualora questa non provveda a fornire la prestazione dovuta, entro quindici giorni dal ricevimento della missiva, il committente ha facoltà di risolvere "ipso-facto et jure" il contratto, mediante semplice dichiarazione stragiudiziale intimata (ex Art. 1456 c.c.) a mezzo lettera raccomandata con avviso di ricevimento; in tal caso, la ditta dovrà corrispondere alla Provincia il 10% del valore del contratto, quale indennizzo per i danni subiti; saranno inoltre annullati i pagamenti non ancora eseguiti.

Art. 2 Tempo utile per iniziare gli interventi

L'appalto riguarda opere da eseguire secondo ordinativo e quindi prevedibili al momento dell'ordine. Tali opere, a seconda della loro diversa natura e consistenza, necessitano di tempi di intervento differenti. Gli interventi saranno catalogati in due diversi modi di realizzazione e dovranno essere realizzati rispettando le seguenti tempistiche:

- a) **PRONTO INTERVENTO:** riguarda opere imprevedibili non programmabili, necessarie per far fronte a situazioni di emergenza, dovute a cause diverse, quali eventi meteorologici, incidenti stradali, dissesti, crolli di strutture, ecc.. L'intervento sarà finalizzato soprattutto alla segnalazione della situazione di pericolo, ed alla messa in sicurezza della circolazione stradale. Tempi di intervento sul posto entro 2 (due) ore dalla segnalazione, entro 60 minuti in caso di urgenza, stabiliti dal Dirigente, dal R.U.P., dal D.L. e dal Sorvegliante Stradale (S.S.) o personale di turno di reperibilità.
- b) **INTERVENTI PRIORITARI DI MANUTENZIONE:** riguardano l'esecuzione di opere urgenti per l'ordinaria manutenzione, non programmabili ma prevedibili, che non comportino situazione di pericolo immediato per la circolazione. Tempi di intervento entro 2 (due) giorni naturali e consecutivi dalla segnalazione.
- c) **LAVORI:** riguardano l'esecuzione di opere programmabili e prevedibili, già previste nella programmazione annuale del Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile, Patrimonio ed Edilizia. Tempi di intervento entro 8 (otto) giorni naturali e consecutivi dall'ordinativo per ogni singola zona del Reparto..
- d) **SEGNALETICA ORIZZONTALE:** gli interventi di ripassatura della segnaletica orizzontale rientrano nella categoria degli interventi ordinari di opere programmabili e prevedibili (punto c).
I lavori di segnaletica orizzontale, da eseguirsi limitatamente ai tratti di carreggiata interessati da lavori di bitumatura, dovranno essere realizzati entro 10 (dieci) giorni naturali e consecutivi dall'esecuzione delle bitumature stesse.
- e) **FORNITURA VERNICI:** la fornitura delle vernici e dei diluenti dovrà essere realizzata tempestivamente e comunque entro e non oltre 15 giorni naturali consecutivi dalla data dell'ordine (inviato via e-mail) per quantità inferiori ad un importo di € 15.000,00 ed entro e non oltre 30 giorni naturali consecutivi dalla data dell'ordine (inviato via e-mail) per quantità superiori ad un importo di € 15.000,00.
- f) **FORNITURA SEGNALETICA VERTICALE:** la fornitura della segnaletica stradale di qualsiasi tipo dovrà essere realizzata tempestivamente e comunque entro e non oltre 10 giorni naturali e consecutivi dalla data dell'ordine (inviato tramite mail o PEC) per forniture urgenti e per importi fino a € 10.000,00 ed entro e non oltre 20 giorni naturali e consecutivi dalla data dell'ordine (inviato via e-mail) per quantità superiori ad un importo di € 10.000,00.
- g) **FORNITURA DI ALTRI MATERIALI:** la fornitura di altri materiali necessari per interventi di manutenzione ordinaria stradale dovrà essere realizzata tempestivamente e comunque entro e non oltre i termini di seguito indicati:
 - per importi fino a Euro 1.000,00, giorni 1 naturali e consecutivi dall'ordine;
 - per importi da Euro 1.000,00 e fino ad Euro 5.000,00, giorni 3 naturali e consecutivi dall'ordine;

- per importi da Euro 5.000,00 e fino ad Euro 20.000,00, giorni 7 naturali e consecutivi dall'ordine;
 - per importi superiore ad Euro 20.000,00, giorni 15 naturali e consecutivi dall'ordine,
 - per asfalto a freddo di qualsiasi tipologia, giorni 2 naturali e consecutivi dall'ordine.
- h) **SFALCIO ERBA:** l'inizio dei lavori dovrà avvenire entro e non oltre n° 8 (otto) giorni naturali e consecutivi dall'ordine impartito e dovranno essere terminati entro 20 (venti) giorni dall'inizio lavori.

Per i lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria o di importo superiore a Euro 100.000,00 l'impresa aggiudicataria dovrà consegnare entro 7 giorni naturali e consecutivi, dalla richiesta inviata tramite mail o PEC, il cronoprogramma dei lavori e lo specifico piano operativo della sicurezza, se richiesto.

In caso di ritardo ingiustificato del termine di inizio di ogni singolo intervento e in caso di mancato rispetto dei tempi di esecuzione previsti, verranno applicate le penali previste.

Art. 3 Individuazione delle singole prestazioni di manutenzione

I lavori, che formano oggetto del contratto, non risultano esattamente individuati in fase di appalto, per cui saranno oggetto di successivi ordinativi o segnalazioni.

Nel caso in cui si rendesse necessario, per qualsiasi motivo, eseguire lavori all'interno del territorio delimitato e relativo al presente appalto su tronchi di strade acquisite o costruite successivamente all'appalto stesso, l'Impresa aggiudicataria è tenuta all'esecuzione delle opere alle medesime condizioni e senza pretendere compensi o indennità di sorta.

Art. 4 Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione.

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Per quanto concerne gli aspetti procedurali ed i rapporti tra la Stazione appaltante e l'appaltatore, per quanto non diversamente previsto dalle disposizioni contrattuali, si fa riferimento esplicito alla disciplina del Capitolato generale di cui al Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 19.04.2000, n. 145.

Art. 5 Qualità e accettazione dei materiali.

1. I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, in rapporto alla funzione cui sono stati destinati; in ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore.
2. Qualora la direzione dei lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.
3. In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni comunitarie (dell'Unione Europea) nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la direzione lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.
4. Entro 40 giorni antecedenti il loro utilizzo, l'appaltatore presenta alla Direzione dei lavori, per l'approvazione, la campionatura completa di tutti i materiali, manufatti, prodotti, ecc. previsti o necessari per dare finita in ogni sua parte l'opera oggetto dell'appalto.
5. L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
6. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.
7. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
8. Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
9. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo o di verifica dei lavori.
10. L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

11. Nel caso l'appaltatore sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza, da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
12. Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie o ritenute necessari, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico dell'appaltatore. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
13. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.
14. Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
15. Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.
16. A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.
17. Per la redazione del progetto a base di gara è stato utilizzato il prezziario della Provincia di Reggio Emilia, per tutti i prezzi non presenti nell'elenco si fa riferimento all'elenco prezzi regione Emilia Romagna o in mancanza al prezziario Anas.

Art. 6 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.

1. Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
2. Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

Art. 7 Modalità di esecuzione dei lavori di sovrastruttura stradale e qualità dei materiali.

Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare, nella esecuzione dei lavori, tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire la vita degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

L'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal D.L. 81/2008 e successive modificazioni concernenti le prescrizioni di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili e a quanto previsto dal Codice della Strada, e dal relativo Regolamento di Attuazione, dagli schemi di segnalazione previsti nel Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 10 Luglio 2002 e dai i criteri di sicurezza del Decreto Interministeriale del 04 marzo 2013.

I lavori di cui ai presente appalto dovranno essere condotti in conformità delle disposizioni contenute nel "piano di sicurezza" di progetto, che forma parte integrante del contratto di appalto, ai sensi e per gli effetti del D.L. 81/2008 e successive modificazioni.

L'impresa, appaltatrice, partecipando all'appalto, DICHIARA di avere approfondita conoscenza e motivata convinzione della buona formulazione del piano di sicurezza.

L'impresa dovrà nominare un proprio **RESPONSABILE TECNICO ABILITATO PER LA SICUREZZA**, che può coincidere con in direttore di Cantiere, per recepire ed attuare tutte le disposizioni normative in materia, derivanti dal piano di sicurezza e quelle **IMPARTITE DAL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE**.

Il Responsabile della sicurezza dell'impresa dovrà ammettere in cantiere esclusivamente i lavoratori ed i visitatori che si attengono alle prescrizioni impartite.

Viene esplicitamente convenuto che il coordinatore per l'Esecuzione dei lavori potrà richiedere il "piano particolare di sicurezza" per le lavorazioni ritenute di particolare rischio; la redazione di tale piano resta, per patto espresso, a carico dell'impresa Appaltatrice.

In caso di inottemperanza a qualsivoglia obbligo precisato nel Piano di sicurezza e Coordinamento per l'Esecuzione, l'impresa dovrà ottemperare entro il limite indicato, alle disposizioni che riceverà al riguardo.

Qualora, inoltre, il Coordinatore della sicurezza per l'Esecuzione disponga, ai sensi del D.lgs.vo 81 del 2008, la sospensione di lavorazioni eseguite senza le necessarie predisposizioni prescritte dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, ciò non costituirà titolo per l'impresa a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale, essendo imputabile a fatto e colpa dell'impresa stessa.

In caso di mancato positivo riscontro e di perdurante inosservanza della disposizione di sicurezza impartita, l'impresa verrà formalmente **DIFFIDATA E POSTA IN MORA** per gravi e/o ripetute violazioni della sicurezza, che costituiscono causa di risoluzione del contratto ai sensi della normativa sui lavori pubblici.

L'impresa conviene con l'Ente Appaltante che, nelle more dell'emissione dell'apposito Regolamento, il Coordinatore per l'Esecuzione stabilisce quali violazioni della sicurezza determinano la risoluzione del contratto e l'impresa si impegna a risarcire la Provincia di Reggio

Emilia di ogni danno derivante da tale circostanza, senza opporre eccezioni, a qualsiasi titolo, in ordine alla rescissione del contratto.

Per lo svolgimento dei lavori oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto, l'impresa, quale datore di lavoro, è obbligata nei riguardi dei propri dipendenti all'osservanza delle norme stabilite ai sensi del D.lgs.vo 81 del 2008.

Il datore di lavoro deve comunicare prima dell'inizio dei lavori il nominativo delle persone responsabili del servizio di prevenzione e salute sul luogo di lavoro.

Egli, sia che svolga direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione, sia che abbia designato responsabili, deve trasmettere, sempre prima dell'inizio dei lavori, copia conforme della dichiarazione attestante il possesso delle attitudini e capacità adeguate di svolgimento dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi, corredata da copia di attestazione di frequenza del corso di formazione.

Resta convenuto che, qualora per mancanza, insufficienza od inadempienza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e dal relativo Regolamento di esecuzione, già citati, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, dovessero verificarsi danni alle persone o alle cose, l'impresa terrà sollevata ed indenne la Provincia di Reggio Emilia ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà a suo carico al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

Sino che non sia intervenuta, con esito favorevole, il collaudo ovvero la visita per il certificato di regolare esecuzione delle opere, la manutenzione delle opere stesse, già compiute, verrà tenuta a cura e spese dell'impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare la Provincia di Reggio Emilia.

Per gli oneri che ne derivassero, essa Impresa, non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

L'impresa sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione, il collaudo o la predetta visita, e salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art.1669 del C.C., l'Impresa sarà garante delle opere eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'impresa curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori, ed eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà di Ufficio, e la spesa sarà addebitata all'impresa stessa.

Per ragioni particolari, relative alle condizioni climatiche, sia per altre cause, potrà essere concesso all'impresa di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio, salvo provvedere alle riparazioni definitive, appena possibile.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori e il collaudo si verificassero delle variazioni, ammaloramenti per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dall'impresa, questa ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti all'Amministrazione entro cinque (5) giorni naturali consecutivi dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente, alle necessarie constatazioni.

All'atto del collaudo o della verifica della regolare esecuzione, i lavori dovranno apparire in stato di ottima conservazione.

Quando i rifacimenti manutentori apportati dall'Impresa nel periodo in cui la manutenzione è stata a suo carico, ammontino complessivamente, all'atto della visita, a più di un decimo dell'importo, la Provincia di Reggio Emilia potrà rifiutare la regolare esecuzione dell'intera estensione della medesima, riservandosi la richiesta dei danni conseguenti.

7.1 Premessa

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- b) sovrastruttura, così composta:
 - 1. fondazione, cementata, bitumata o stabilizzata meccanicamente;
 - 2. base, in genere bitumata;
 - 3. strato superficiale (collegamento e usura) bitumate.

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5-2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0-5,0%.

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

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

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

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche, tali prove

verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

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

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

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

La segnaletica da utilizzare deve soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione della sua collocazione.

Le attrezzature ed i mezzi di proprietà, o comunque forniti dall'impresa devono possedere idonee caratteristiche e requisiti in linea con le più recenti tecnologie e con ogni norma legislativa e regolamentare avente comunque attinenza.

I mezzi devono inoltre essere tutti omologati dalla Motorizzazione Civile secondo le vigenti Norme del Nuovo Codice della Strada.

Al fine di soddisfare gli adempimenti del D.M. 30/12/1997, inerenti il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale:

1. Le imprese costruttrici di segnaletica stradale verticale devono essere in possesso dei requisiti previsti dall'art.45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285; devono inoltre adottare un sistema di garanzia della qualità rispondente ai criteri ed alle prescrizioni contenute nelle norme europee internazionali UNI EN 9001/2, e deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi delle norme della serie UNI EN 45000;
2. Le imprese di cui sopra devono altresì possedere la certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche;
3. L'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, avvalendosi, quando ritenuto necessario, del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, può prescrivere alle imprese interessate adeguamenti o modifiche al sistema di garanzia della qualità adottato, anche per uniformare i comportamenti dei vari costruttori di segnali.

L'Impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con cavalletti, luci e fari, nonché con i segnali prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con D.L. 30.4.1992 n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione, approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495, dal D.P.R. n.610 del 16.09.96 e dalla circolare del Ministro LL.PP. n.2900 del 20.11.1993.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

In particolare l'impresa, nell'esecuzione dei lavori, dovrà attenersi a quanto previsto dalla Circolare n.2357 emanata il 16-5-1996 dal Ministero dei LL.PP. (Pubblicata nella G.U. n.125 del 30-5-1996) in materia di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'impresa, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione dei Lavori; nei casi di urgenza però, l'impresa ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

L'impresa non avrà mai diritto a compensi aggiuntivi ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, e potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa limitazione o sospensione del traffico di una strada o tratto di strada, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento di tale necessità.

I lavori e le somministrazioni appaltati a misura saranno liquidati in base ai prezzi unitari che risultano dall'elenco allegato al presente Capitolato, con la deduzione del ribasso offerto.

Tali prezzi comprendono:

A) PER I MATERIALI: ogni spesa per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata, per darli a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, anche se fuori strada;

B) PER GLI OPERAI E MEZZI D'OPERA: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere nonché le quote per assicurazioni sociali;

C) PER NOLI: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti per l'uso;

D) PER I LAVORI: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa, e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'impresa dovrà sostenere a tale scopo.

I prezzi medesimi diminuiti del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale, si intendono offerti dall'impresa, in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio, e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori e delle forniture ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

7.2 Strati di fondazione

7.2.1. Misto granulare

Il misto granulare è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare è impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso

Può essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle *Tabella 1*:

Tabella 1 AGGREGATO GROSSO

AUTOSTRADE ED EXTRAURBANE PRINCIPALI				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	UNI EN 1097/2	%	≤ 30	(*)
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	-	(*)
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	(*)
Dimensione max	UNI EN 933/1	mm	63	(*)
Sensibilità al gelo ²	CNR 80/80	%	≤ 20	(*)
(*) Materiale non idoneo salvo studi particolari				

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30	(*)
Micro Deval Umida	CNR 109/85	%	-	(*)
Quantità di frantumato	-	%	>30	(*)
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	(*)
Sensibilità al gelo ³	CNR 80/80	%	≤ 20	(*)

L'aggregato fino

deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle *Tabelle 2*.

Tabella 2 AGGREGATO FINO

AUTOSTRADE ED EXTRAURBANE PRINCIPALI
Passante al crivello UNI n. 5

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	(*)
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	(*)
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	(*)
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	(*)
(*) Materiale non idoneo salvo studi particolari				

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO				
Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	(*)
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	(*)
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	(*)
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	(*)

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in *Tabella 3*

Tabella 3

Serie crivelli ³ e setacci		Passante (%)	
Crivello	70	100	-
Crivello	30	70 - 100	100
Crivello	15	-	70 - 100
Crivello	10	30 - 70	50 - 85
Crivello	5	23 - 55	35 - 65
Setaccio	2	15 - 40	25 - 50
Setaccio	0.4	8 - 25	15 - 30
Setaccio	0.075	2 - 15	5 - 15

3) In luogo dei crivelli indicati potranno essere impiegati setacci aventi un'apertura della maglia pari a 0.8 volte il diametro dei fori del crivello.

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 146/92).

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere quello inserito nel calcolo della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 92/83).

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

Accettazione del misto granulare

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (CNR 69/78).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Confezionamento del misto granulare

l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Posa in opera del misto granulare

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua,

per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito.

Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al paragrafo precedente, vanno verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali e successivamente ogni 2 mesi.

Miscela

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato (*Tabella 3*).

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

Costipamento

A compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (CNR 22/72). Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;

- del 20 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 93 e 95 % del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in sito ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm. In caso contrario, se il trattenuto al crivello UNI 25 mm è inferiore al 20%, si può effettuare il controllo previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d, \text{ sito}} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

P_d : Peso secco totale del materiale prelevato

V : Volume totale occupato in sito

P'_d : Peso secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

$V' = P'_d / \gamma_s$: Volume della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

γ_s : Peso specifico della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al punto sulle portanze. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (Prove di carico con piastra o misure di deflessione) sia prove ad elevato rendimento.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per valori medi di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto granulare viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10 ed il 20%, al misto granulare viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.

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

7.2.2 Misto cementato

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare) trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

Dove, quando, perché

- Il trattamento a cemento è consigliabile per i terreni sabbiosi, spaccati granulari e sabbie
- cemento medio 3-5% sul peso secco degli aggregati e spessore 20-30 cm
- cemento medio 2-3% sul peso secco degli aggregati e spessore 30-50 cm
- Vantaggi:
tempi ridotti
economia d'esercizio
squadre ridotte
salvaguardia ambiente
riduzione emissioni
grandi produzioni (4000-5000 mq/gg)

Requisiti di composizione degli aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5) e dagli aggregati fini.

Inoltre potranno essere eventualmente impiegate su specifica indicazione della D.L., idonee miscele provenienti dal riciclaggio di materiali inerti edili.

In generale gli inerti utilizzati dovranno avere i seguenti requisiti:

- Il coefficiente di Forma (Cf) ed il coefficiente di Appiattimento (Ca) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n° 95-84);
- Granulometria compresa nel fuso ad andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n° 23-71);
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n°34-73) non superiore a 30 % in peso;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico);

FUSO GRANULOMETRICO FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO	
Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
40	100
30	80 - 100
25	72 - 90
15	53 - 70
10	40 - 55
5	28 - 40
2	18 - 30
0,4	8 - 18
0,18	6 - 14
0,075	5 - 10

L'aggregato grosso:

deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti, frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati *Tabella 1*:

Tabella 1 AGGREGATO GROSSO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo ³	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino:

deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle *Tabella 2*:

Tabella 2 AGGREGATO FINO

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	$\geq 30; \leq 60$
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Indice Plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L.595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314.

Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n.314.

Acqua

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

Aggiunte

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

È ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza.

Miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in *Tabella 3*:

Tabella 3

Serie crivelli ⁴ e setacci UNI		<i>Autostrade e strade extraurbane principali</i>	<i>Extraurbane econdarie ed Urbane di scorrimento</i>	<i>Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali</i>
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5 - 10	-	

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento, anche se la quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. In particolare la miscela adottata dovranno possedere i requisiti riportati nella *Tabella 4*:

Tabella 4

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana) ⁵	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 .

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

Le fasi

Le fasi lavorative della stabilizzazione a cemento in sito sono:

- analisi di laboratorio per definire il mix design ottimale (% di cemento, %acqua per umidità ottimale e spessore);
- stesa del cemento tramite spandi legante con controllo della quantità in sito sul terreno da trattare;
- eventuale bagnatura con botte per raggiungere umidità ottimale del terreno da trattare;
- miscelazione del terreno in sito e del cemento tramite stabilizzatrice direttamente in sito;
- compattazione con rullo liscio;
- eventuale livellazione dello strato con motorgrader.

Confezionamento delle miscele presso gli impianti

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità. 5 I provini per la prova di trazione indiretta sono gli stessi impiegati per la prova di compressione (CNR BU 29).

Confezionamento delle miscele in sito

Il misto cementato destinato all'ultimo strato di fondazione realizzato con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di calce o cemento ed acqua, per spessori variabili complessivi da 15 a 25 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 15 cm e non superiori a 30 cm.

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche compresa nel fuso ad andamento continuo ed uniforme di cui alla normativa (CNR B.U. n° 23-71), come sopra meglio esplicitata.

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.L. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo o da riciclaggio, qualora autorizzato dalla D.L., la curva granulometrica finale dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso sopra riportato; gli inerti di integrazione dovranno essere conformi alle prescrizioni riportate sopra.

Come legante dovrà essere impiegato cemento Portland, d'alto forno o pozzolanico (tipo 1, III o IV con classe di resistenza R32.5) o calce idrata. A titolo indicativo la percentuale di legante sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti (corrispondenti circa a 50-80 kg/m³).

L'acqua dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottimale di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi. Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente umidificare il misto miscelato, prima della compattazione.

Preparazione della superficie di stesa

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento od ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

Posa in opera delle miscele

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici vibranti, rullo a due ruote vibranti da 10 ton. per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t, o rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm con carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 da Kg/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenze raggiunta dal misto.

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

Controlli

I controlli si differenziano in funzione del tipo di strada:

Autostrade e strade extraurbane principali

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella *Tabella 5*.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa.

Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti., i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 63956.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco, per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli delle densità in sito e della portanza.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante, per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante, per densità in sito comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al punto 3.2. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra), che prove effettuate sullo strato ricoperto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per misure di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella *Tabella 6*.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa.

Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti., i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 63955.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli delle densità in sito e della portanza.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al sull'accettazione delle miscele. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra), che prove effettuate sullo strato ricoperto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per misure di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa. La resistenza a compressione di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29 e

portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 97.

I valori di resistenza, per ciascun tratto omogeneo, dovranno essere conformi a quanto indicato nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per valori di resistenza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

Tabella 5

AUTOSTRADE ED EXTRAURBANE PRINCIPALI			
Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI

Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m3 di stesa	Riferimento Tabella 1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m3 di stesa	Riferimento Tabella 2
Acqua	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. 1
Cemento	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. 1
Aggiunte	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. 1
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m2 di stesa	Curva granulometrica di progetto; Contenuto di cemento
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m2 di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia stesa	Prestazioni previste in progetto

Tabella 6

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m3 di stesa	Riferimento Tabella 1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m3 di stesa	Riferimento Tabella 2
Acqua	Impianto	Iniziale	Paragrafo 1
Cemento	Impianto	Iniziale	Paragrafo 1
Aggiunte	Impianto	Iniziale	Paragrafo 1
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m2 di stesa	Curva granulometrica di progetto; contenuto di cemento
Misto cementato fresco (*)	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m2 di stesa	Resistenza a compressione; resistenza a trazione indiretta
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m2 di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza) (*)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia stesa	Prestazioni previste in progetto
(*) Il controllo sul misto cementato fresco può sostituire quello sullo strato finito			

7.3. Strati della pavimentazione

7.3.1. Lavorazioni preliminari alla posa in opera dei conglomerati bituminosi

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

7.3.1.1. Scarificazioni e fresature di pavimentazioni

Il disfacimento delle pavimentazioni stradali deve effettuarsi con tutte le più attente precauzioni in modo da interessare la minore superficie possibile e da non danneggiare l'eventuale pavimentazione circostante.

7.3.1.2. Scarificazione di pavimentazioni esistenti.

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

La scarificazione potrà spingersi a diverse profondità:

- scarifica dell'esistente manto stradale per la sostituzione del solo strato di usura, per uno spessore pari a 3 cm.;
- scarifica dell'esistente manto stradale per uno spessore pari a 10 cm.;

provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

7.3.1.3. Fresatura strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

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

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 e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurato a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benessere della D.L.

7.3.1.4. Demolizione della pavimentazione stradale

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali sarà necessario prevedere una riqualificazione della pavimentazione stradale con profondità di intervento superiore ai 10 cm ed entro i 20 cm, sarà necessario procedere con la demolizione parziale del pacchetto stradale esistente previo taglio del perimetro della porzione da demolire, sia in sede stradale che su strutture di qualsiasi tipo. La demolizione deve essere eseguita in parte con demolitore elettrico, o similare, manovrato da operaio, o con demolitore meccanico montato su idoneo mezzo, ed in parte a mano, secondo la migliore tecnica esecutiva. La demolizione deve prevedere le necessarie lavorazioni a qualsiasi altezza e posizione, il carico su automezzo e l'allontanamento di tutti i materiali non utilizzabili a discarica autorizzata.

7.3.2. Geotessile

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.</i>	<i>UNI EN ISO 10319</i>	<i>kN/m</i>	≥ 17
<i>Resistenza al punzonamento statico (CBR).</i>	<i>UNI EN ISO 12236</i>	<i>kN</i>	$\geq 3,0$
<i>Apertura efficace dei pori d_{90}.</i>	<i>UNI EN ISO 12956</i>	μm	≤ 100
<i>Spessore massimo sotto 2 kPa.</i>	<i>UNI 8279/2</i>	<i>mm</i>	$\leq 2,7$

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto

è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

È necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

7.3.3. Geogriglia

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti <4%)</i>	<i>UNI EN ISO 10319</i>	<i>kN/m</i>	<i>≥ 100</i>

La rete di maglia quadrata di lato 12,5 x 12,5 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno avvenire secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

7.3.4. Mano d'attacco

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di legante o emulsione bituminosa su uno strato di conglomerato eseguita prima della stesa dello strato sovrastante. Essa ha il triplice scopo di garantire la perfetta continuità tra gli strati della pavimentazione, la loro mutua adesione e l'impermeabilità della strato sottostante, aspetti che rivestono fondamentale importanza per lo sviluppo di adeguate prestazioni in esercizio.

Relativamente alla continuità tra gli strati, per rispondere adeguatamente ai carichi verticali indotti dal traffico veicolare, una pavimentazione stradale deve essere realizzata in modo da reagire alle sollecitazioni in maniera solidale, evitando che gli strati lavorino disgiunti gli uni dagli altri. È fondamentale accertarsi che gli strati siano intimamente collegati tra loro, in modo tale da reagire come un unico corpo nei confronti delle sollecitazioni esterne.

Si parla invece di mano di ancoraggio quando lo strato di supporto su cui viene stesa l'emulsione prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso è in misto granulare. La funzione principale di questa applicazione è quella di irrigidire la parte superiore dello strato non legato riempiendone i vuoti e garantendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Proprio perché ha una funzione di "impregnazione" dello strato sottostante, essa va realizzata con un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa

viscosità, in modo tale che abbia tempo sufficiente per penetrare tra i granuli prima della fase di presa.

In generale, l'applicazione del legante bituminoso sulla superficie di stesa può avvenire sia tramite emulsione bituminosa che con bitume spruzzato a caldo.

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Polarità</i>	UNI EN 1430	-	<i>Cationica</i>
<i>Contenuto di legante+flussante</i>	UNI EN 1431	%	> 55+/-2
<i>Contenuto d'acqua</i>	UNI EN 1428	%	45+/-2
<i>Contenuto di flussante</i>	UNI EN 1431	%	< 3
<i>Indice di rottura</i>	UNI EN13075-1	-	da 70 a 130
<i>Sedimentazione a 7 giorni</i>	UNI EN 12847	%	< 10
<i>Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)</i>	UNI EN 1429	dmm	da 70 a 220
<i>Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)</i>	UNI EN 1427	°C	da 40 a 45
Punto di rottura FRAAS (°C) (sul residuo bituminoso)	UNI EN 12593		≤ -8

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti, e provvedere ad una accurata pulizia del piano di stesa.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

7.3.5. Membrana impermeabilizzante

Per membrana impermeabilizzante si intende quello strato di legante bituminoso modificato che svolge contemporaneamente le funzioni di ancoraggio dello strato superiore, mano d'attacco, e di impermeabilizzazione dello strato inferiore. È prevista sotto gli strati di usura antisdrucchiolo (SMA).

A seconda del legante utilizzato può essere costituita da uno strato di bitume modificato o di emulsione da bitume modificato.

Nel primo caso dovrà essere impiegato bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD).

Il bitume modificato verrà distribuito sulla sede stradale asciutta, preventivamente pulita e depolverizzata, mediante serbatoio semovente munito di barra spruzzatrice e di pompa dosatrice. Per stendere il legante l'Impresa dovrà utilizzare macchine spruzzatrici dotate di unità autonoma di riscaldamento.

Il legante, riscaldato alla temperatura di circa 180°C, dovrà essere spruzzato in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale in quantità di 1,0 kg/m²; la tolleranza ammessa è di ± 0,1 kg/m². Dosaggi differenti dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

Nel secondo caso dovrà essere impiegata emulsione bituminosa proveniente bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), conforme ai requisiti specificati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Contenuto di legante+flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i>>67+/-2</i>
<i>Contenuto d'acqua</i>	<i>UNI EN 1428</i>	%	<i><30+/-2</i>
<i>Contenuto di flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i><3</i>
<i>Indice di rottura</i>	<i>UNI EN13075-1</i>	-	<i>da 70 a 130</i>
<i>Sedimentazione a 7 giorni</i>	<i>UNI EN 12847</i>	%	<i><10</i>
<i>Determinazione del potere pH</i>	<i>UNI EN 12850</i>	-	<i><6</i>
<i>Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)</i>	<i>UNI EN 1429</i>	dmm	<i>da 40 a 70</i>
<i>Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)</i>	<i>UNI EN 1427</i>	°C	<i>> 65</i>
<i>Punto di rottura Fraass</i>	<i>UNI EN 12593</i>	°C	<i>≤ -18</i>

La quantità di emulsione bituminosa modificata spruzzata a caldo dovrà essere calibrata in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale, stesa in ragione di kg 1,5 kg/m² corrispondente a circa 1 kg/m² di residuo secco bituminoso; la tolleranza ammessa è di $\pm 0,1$ kg/m² di residuo secco.

Dopo la spruzzatura della membrana impermeabilizzante verrà sparso un sottile velo di filler con macchinari idonei. Il filler dovrà provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente, calcaree ed avrà una funzione antiaderente per consentire quindi il transito dei mezzi senza che la membrana venga danneggiata.

La quantità di filler deve essere la minima necessaria per impedire l'incollaggio delle ruote dei mezzi ed evitare eventuali rifluimenti della mano di attacco.

In alternativa al filler, in presenza di umidità elevata, potrà essere utilizzato il pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8 da utilizzarsi secondo le seguenti modalità.

Immediatamente dopo la spruzzatura della membrana e prima che la sua temperatura sia scesa sotto i 90°C si provvederà alla granigliatura mediante spargimento con apposita macchina di pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8. Le caratteristiche del pietrischetto devono essere identiche a quelle stabilite dal Capitolato per gli aggregati di classe 4/8 da utilizzare per il conglomerati bituminoso per lo strato di usura drenante-fonoassorbente. Con anticipo di almeno una settimana sui tempi di granigliatura della membrana, il pietrischetto dovrà essere perfettamente rivestito a caldo in impianto con bitume nella quantità di 0,6÷0,8% sul peso degli inerti. Il bitume usato dovrà essere di tipo modificato ovvero addittivato con 0,4% in peso da Dopes di adesione di provate qualità. L'operazione di granigliatura dovrà essere immediatamente seguita dall'energica rullatura con rulli muniti di cilindro rivestito di gomma al fine di ancorare alla membrana il pietrischetto prebitumato.

Dopo l'operazione di rullatura seguirà l'asportazione di tutto il pietrischetto prebitumato eccedente e di quello non perfettamente ancorato alla membrana, mediante motospazzatrice aspirante. Al

termine dell'operazione tutta la superficie trattata dovrà risultare esente da elementi sciolti e non aderenti. La quantità media di graniglia residua sarà mediamente di $10 \div 12 \text{ kg/m}^2$.

La scelta del tipo di legante da utilizzare e del successivo trattamento antiaderente dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

7.3.6. Leganti bituminosi

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume tal quale o modificato.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base, binder e usura può essere utilizzato bitume tal quale del tipo 50/70 oppure 50/70 modificato (tipo HARD), per SMA e drenante può essere utilizzato bitume modificato con polimeri, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), per il binder alto modulo il bitume del tipo alto modulo.

Bitumi	Norme di riferimento	Tal Quale (50/70)	Hard (50/70)	ALTO MODULO
		UNI EN 12591	UNI EN 14023	UNI EN 14023
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	46-54	70-90	20-50
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50-70	50-70	70-90
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	> 60	≥ 80	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -12	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	-	≤ 3°C	
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa-sec)	UNI EN 13302	0,03- 0,10	0,15- 0,4	0,5- 0,8
Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607				
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 40	≥ 30
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 5	≤ 10

7.3.7. Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)

Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati lapidei di primo impiego ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (riciclato) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni, come definito nel Decreto n.69 del 28 Marzo 2018.

I requisiti degli aggregati costituenti il materiale riciclato dovranno essere conformi alle medesime prescrizioni previste per gli aggregati di primo impiego descritti di seguito per i diversi materiali.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estrane ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare

l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento separato del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato.

L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale da riciclare.

La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dal laboratorio comporterà il divieto di utilizzare il materiale "fresato".

7.3.8. Additivi

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove:

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove:

P_t = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,075 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,075 mm;

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al N. 200 ≤ 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa s, la percentuale di rigenerante necessaria.

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

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

7.3.9 Conglomerati bituminosi prodotti a caldo

Prescrizioni generali

L'impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati lapidei, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso riciclato, additivi); i risultati di tali prove dovranno essere presentati in uno studio di "mix design" e determineranno l'accettazione dei materiali.

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettato da parte della D.L. lo studio della miscela proposto, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche alla voce "Procedura di studio con pressa giratoria".

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

Nello studio di mix design dovrà essere indicato il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 5 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

Procedura di studio delle miscele con pressa giratoria

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale secondo il metodo Volumetrico con pressa giratoria al fine di individuare, in funzione della composizione granulometrica, la quantità effettiva di bitume e le densità ottimali del conglomerato bituminoso all'incrementare del grado di compattazione che questo subisce.

Il macchinario, pressa giratoria, dovrà avere la seguente configurazione:

CONDIZIONI DI PROVA:	
angolo di rotazione:	1,25° +0,02°
velocità di rotazione:	30 rotazioni/minuto

pressione verticale:	kPa 600
diametro del provino:	150 mm per miscele di base, binder drenane
	100/150 mm per miscele di usura e SMA

La miscela è posta nelle fustelle e compattata alla temperatura ottimale di posa in opera che varia in relazione al tipo di bitume impiegato. Prima della procedura di compattazione ogni fustella va posta in forno alla stessa temperatura a cui viene portato il conglomerato.

I valori di riferimento per il controllo delle densità in opera sono quelli corrispondenti a D_p ovvero alla densità ottimale di progetto; il numero di giri necessari per ottenere tali densità (N_p) deve essere dichiarato dall'Impresa nello studio di mix design assieme a D_{max} , densità della miscela a fine vita utile (corrispondente a volume di vuoti come rappresentato in tabella); nello studio deve essere indicato anche il valore D_{10g} ovvero densità della miscela al momento della stesa pre-compattazione (corrispondente a 10 rotazioni della pressa giratoria N_{10g}) e la Temperatura di costipamento.

Per ogni materiale studiato deve essere costruita la curva di addensamento su grafico densità (o % vuoti)/numero di giri e devono essere registrati i numero di rivoluzioni corrispondenti a:

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori	
Sigla		vuoti base-binder	vuoti usura
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	da 10% a 15%	da 12% a 17%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 4% a 6%	da 4,5% a 7%
D_{max}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	$\leq 2,0\%$	$\leq 2,5\%$

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori
Sigla		vuoti SMA
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	da 8% a 13%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 3% a 6%
D_{max}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	$< 2,0\%$

Per i conglomerati rispondenti alle norme di prodotto UNI EN 13108-1 (conglomerati bituminosi prodotti a caldo) e UNI EN 13108-5 (conglomerati bituminosi antisdrucciolo chiuso o SMA), non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Densità della miscela	numero di giri di mix design	Valori
Sigla		vuoti drenante
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	>26%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 16% a 18%
D_{max}	$N_{max} = 110 \pm 20$ (valore indicativo)	>14%

Il controllo delle densità sul materiale prelevato in opera dovrà verificare la rispondenza della curva di addensamento della miscela ed in particolare deve essere verificata la densità D_p al numero di giri corrispondente N_p . Si rende quindi necessario che, prima dei controlli, al laboratorio della DL venga fatto pervenire lo studio di mix design dell'Impresa.

VERIFICA DELLE DENSITÀ OTTENUTE SUI PROVINI CILINDRICI COSTIPATI:

Dal momento che, con pressa giratoria, la densità del materiale è calcolata secondo metodo geometrico, nella fase di qualifica del materiale, dovrà essere prodotto un ulteriore provino al numero di giri N_p corrispondenti al grado di addensamento ottimale scelto e dovrà essere verificata la sua densità *effettiva* (peso di volume effettivo) mediante i metodi di misura riportate nella norma corrispondente UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata: il valore risultante da tale prova corrisponde a D_p .

Tale prescrizione ha lo scopo di mettere in relazione il metodo di prova per determinare il valore della densità di progetto D_p derivante dallo studio della miscela, con quello impiegato per valutare le densità delle carote prelevate dalla pavimentazione (i cui valori vengono determinati in conformità alla norma UNI EN 12697-6).

CONTENUTI DELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Il produttore, nello studio di qualifica della miscela deve esplicitare:

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali costituenti come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Caratteristiche meccaniche e compositive della miscela come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Parametri di studio e di controllo della miscela:
N_{10g}
N_p
N_{max}
T°C di costipamento del materiale

CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere accompagnato dal marchio CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Si auspica che la caratterizzazione delle miscele attraverso le prove di tipo iniziali avvenga attraverso *approccio fondamentale* piuttosto che *approccio empirico*.

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:

TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO			
TIPO DI MISCELA	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI BITUME	Norma di riferimento
BASE BITUME TAL QUALE	31,5-40	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BASE BITUME MODIFICATO	31,5-40	Modificato hard	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME TAL QUALE	16-20-31,5	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME MODIFICATO	16-20-31,5	Modificato hard	UNI EN 13108-1
BINDER ALTO MODULO	16-20	Modificato alto modulo	UNI EN 13108-1
USURA BITUME TAL QUALE	10-12-14	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
USURA BITUME MODIFICATO	10-12-14	Modificato hard	UNI EN 13108-1
RISAGOMATURA	8	Pen 50-70	UNI EN 13108-1
SMA	12-14	Modificato hard	UNI EN 13108-5
DRENANTE	16-20	Modificato hard	UNI EN 13108-7

Materiali costituenti**AGGREGATI LAPIDEI DA IMPIEGARE NELLE MISCELE**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nei conglomerati bituminosi a caldo, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm e non dovrà provenire da rocce scistose o degradate; potrà invece essere costituito da aggregati naturali quali ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi di

alterazione (polvere o materiali estranei), o aggregati artificiali quali scorie di acciaierie, argilla espansa, materiale derivante da scarti ceramici, etc. L'impiego di scorie è assoggettato al rispetto delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-2; i risultati delle prove previste da questa norma, come nel caso di altri aggregati artificiali, dovranno essere inserite nello studio di mix design.

I materiali dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G _c	%		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	BASEBINDER
				≤ 22	BINDER AM
				≤ 20	USURA
				≤ 18	SMA DRENANTE
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	BASE BINDER
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 50	BASE BINDER
				≥ 70	USURA
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	BINDER AM DRENANTE
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	BASE BINDER USURA DRENANTE SMA
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	BASE BINDER USURA
				≤ 10	SMA DRENANTE
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV	-	≥ 0,45	SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato tipo hard.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	BASE BINDER
				< 10	BINDER AM
				< 18	USURA
				< 10	SMA DRENANTE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	BASE BINDER BINDER AM
				> 75	USURA

				> 70	SMA DRENANTE
--	--	--	--	------	-----------------

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tale quale sia con bitume modificato tipo hard.

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e possono essere utilizzati oltre a materiale proveniente da frantumazione di rocce calcaree anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti. Queste, per poter essere impiegate nelle miscele, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-4 le cui risultanze devono essere inserite nello studio di mix design.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tale quale sia con bitume modificato tipo hard.

7.3.9.1. Strato di base

Descrizione

Lo strato di base è costituito da un impasto a caldo di bitume con pietrisco, pietrischetto, sabbia di frantoio ed additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato.

L'Appaltatore, a richiesta della D.L., ha l'obbligo di far eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è poi tenuto a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri (se richiesti dalla Direzione Lavori). Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5 e di sabbia superiore a ± 3 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali. Tutti i controlli e le prove saranno a carico dell'appaltatore.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100
31,5	90 - 100
20	65 - 90
12,5	48 - 80

8	36 - 65
4	25 - 50
2	18 - 38
0,5	7 - 22
0,25	5-15
0,063	4 - 7

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 3,8	B _{min} 3,8

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	D _p	
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2500	> 4000
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 1,3	> 1,8
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 75	> 75

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili.

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25 (proc. B)	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 (disp. Piccolo) a 50°C	WTS_{AIR}	mm/10 ³ cicli	< 0,8
<ul style="list-style-type: none"> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima. 				

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤ 180

CONTROLLI SUL MATERIALE SCIOLTO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			
ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)			

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4

7.3.9.2. Strato di collegamento (binder)

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
20	100
16	85 - 100
12,5	70 - 90
8	52 - 75
4	36 - 58
2	25 - 42
0,5	10 - 23
0,25	5 - 15
0,063	4 - 7

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 4,4	B _{min} 4,4

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	D _p	
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 1,5	> 2,2
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 75	> 75
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 4000	> 5500

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili.

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	$< 0,8$
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS_{AIR}	$< 0,8$	$WTS_{AIR} 0,8$
<ul style="list-style-type: none"> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima. 				

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12696-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 45
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

7.3.9.3 Strato di collegamento ad alto modulo

Descrizione e designazione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
31,5	100
20	90 - 100
16	73 - 100
12,5	60 - 88
8	45 - 72
4	27 - 56
2	20 - 45
0,5	8 - 27
0,25	6 - 18
0,063	8 - 14

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,0	B _{min} 5,0

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali quali Modulo di Rigidezza e Resistenza alla fatica.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12696-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	Dp
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S _{min}	MPa	> 10000
Modulo di rigidezza a 30°C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S _{min}	MPa	> 4500
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 90
Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. A, D	ϵ_6	-	> 110

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 160	≤ 185

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D _p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 6,5
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 45

Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

7.3.9.4. Strato di usura

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante. Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Potranno essere impiegati anche "tappeti ecologici" purché rispettino le prescrizioni contenute nel presente articolo e le prestazioni contenute nel Mix design presentato.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
14	100
12,5	90 - 100
8	60 - 88
4	38 - 60
2	25 - 45
0,5	13 - 26
0,25	8 - 18
0,063	6 - 11

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min} 5,4

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	Dp	
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 1,5	> 1,9
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75	> 75
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3500	> 4500
CONDIZIONI DI PROVA:					
<ul style="list-style-type: none"> i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla Dp densità di progetto. 					
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:					
<ul style="list-style-type: none"> Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design). La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f _{cmax}	µm/m/n	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS _{AIR}	mm10 ³ cicl i	< 10
<ul style="list-style-type: none"> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto. 				

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 97
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D _p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 10
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥ 50
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25

7.3.9.5 Strato di risagomatura (usura fine 0/8)

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista ma in generale non supera i 3 cm.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	100
8	90 - 100
4	44 - 64
2	28 - 42
0,5	12 - 24
0,25	8 - 18
0,063	6 - 10

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min} 5,4

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	Dp
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 1,5
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3000
CONDIZIONI DI PROVA:				
<ul style="list-style-type: none"> i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto. 				
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:				
<ul style="list-style-type: none"> Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design). La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 				

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f _{cmax}	µm/m/n	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS _{AIR}	mm10 ³ cicl i	< 10
<ul style="list-style-type: none"> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto. 				

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI RISAGOMATURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI RISAGOMATURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥ 45
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,2

7.3.9.6. SMA - Splitt mastix asphalt (antisdrucchiolo chiuso)**Descrizione**

Lo strato di usura antisdrucchiolo chiuso è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura antisdrucchiolo deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-5.

Materiali costituenti

AGGREGATI LAPIDEI

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura antisdrucchiolo chiuso il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

LEGANTE

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo modificato con polimeri, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), ed essere conforme alla Norma UNI EN 14023.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura antisdrucchiolo chiuso dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
14	100
12,5	90 - 100
8	58 - 83
4	27 - 44
2	20 - 30
0,5	13 - 23
0,25	11-20
0,063	8 - 13

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO SMA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,6	B _{min} 5,6

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	Dp
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3000
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR _{min}	%	> 75
Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	D	%	< 0,6
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 2,0
CONDIZIONI DI PROVA:				
<ul style="list-style-type: none"> i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto. 				
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:				
<ul style="list-style-type: none"> Il materiale deve essere compattato alla T°C di costipamento indicata nel mix design Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design). La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 				

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO SMA (<i>Requisiti prestazionali</i>)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS _{AIR}	mm/10 ³ cicli	< 0,5
<ul style="list-style-type: none"> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere alla D_p densità teorica di progetto corrispondente dallo studio di mix design. 				

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO SMA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 190

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI SMA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 97
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D _p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI SMA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	> 55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	> 0,35

7.3.9.7. Strato di usura drenante-fonoassorbente

Descrizione e designazione

Lo strato di usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di aggregati lapidei, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo.

Il conglomerato bituminoso drenante-fonoassorbente contiene un elevato tenore di vuoti intercomunicanti che hanno lo scopo di consentire la permeabilità dell'acqua e, al contempo, diminuire il rumore indotto dal rotolamento dei pneumatici sulla superficie stradale.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura drenante e fonoassorbente deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-7.

Materiali costituenti**AGGREGATI LAPIDEI**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura drenante-fonoassorbente il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato drenante - fonoassorbente dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
20	100
16	90 - 100
12,5	70 - 90
8	23 - 43
4	16- 30
2	12 - 21
0,5	8 - 15
0,063	4 - 8

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 4,4	B _{min} 4,4

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura drenante e fonoassorbente dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6 D	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	D _p	
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75	ITSR ₈₀
Perdita di particelle	UNI EN 12697-17	PL	%	< 25	PL ₃₀

Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	D	%	0	D_0
Permeabilità verticale	UNI EN 12697-19	K_V	10^{-3}m/s	$> 2,5$	$K_{V2,5}$
Il metodo di preparazione del campione ed il contenuto dei vuoti dovranno essere determinati in conformità alla norma UNI EN 13108-20.					
CONDIZIONI DI PROVA:					
<ul style="list-style-type: none"> i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_P densità di progetto. 					
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:					
<ul style="list-style-type: none"> Il materiale deve essere compattato alla $T^\circ\text{C}$ di costipamento indicata nel mix design Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design). La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 					

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	$^\circ\text{C}$	≥ 150	≤ 180

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 22

(massimo per ogni campione)				
Vuoti residui (minimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{min}	%	> 14
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	-	%	da 14 a 20
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27.				

Le caratteristiche di drenaggio verticale dello strato in opera dovranno essere conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

DRENAGGIO VERTICALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Capacità di permeabilità in opera	“prova con permeometro cilindrico secondo la normativa Belga”	-	l/min	> 5

In alternativa al metodo di misura mediante cilindro Belga, la caratteristica di drenaggio verticale potrà essere determinata in conformità alla norma UNI EN 12697-40, qualora disponibili dati di correlazione.

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO (USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)			
TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	> 55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	> 0,40

7.3.10. Prescrizioni sul confezionamento della miscela e sulle lavorazioni

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta

vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o, in generale dello strato inferiore, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

Prima di ogni posa dello strato di conglomerato bituminoso, deve sempre essere effettuata la stesa di una mano d'attacco cationica al 55% di bitume residuo sullo strato inferiore, in ragione di 0,7 kg/m². Allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati, prima della stesa è necessario attendere la *rottura* dell'emulsione bituminosa; il tempo di rottura dipende dalle condizioni climatiche e dalla tipologia di emulsione fornite dal produttore.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere alla stesa in doppio strato; i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, cationica al 55 %, in ragione di 0,3 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi piastra riscaldante, con sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere di circa 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere effettuata a mezzo di vibrofinitrici, di cui almeno una cingolata od a quattro assi, comunque appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

Nella stessa si dovrà porre la massima cura nella formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di una o più vibrofinitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere eseguiti sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di veicoli pesanti.

Per garantire comunque la tempestività degli interventi, è necessario che ogni ditta partecipante alla gara dovrà presentare idonea attestazione di essere proprietaria di un impianto "funzionante" per la produzione del conglomerato bituminoso indicandone l'esatta ubicazione; oppure dichiarazione regolarmente convalidata da un titolare di un impianto, di averne la disponibilità.

Per far sì che il materiale arrivi sul cantiere di impiego alla giusta temperatura e mantenga la sua omogenea composizione, elementi fondamentali per il buon esito dei lavori, l'impianto per la produzione del conglomerato bituminoso dovrà essere ubicato entro un raggio di km. 40 dal baricentro del Reparto NORD (identificato nel Centro Operativo di Sesso in comune di Reggio Emilia). La distanza massima dell'impianto dal baricentro dei lavori è stata calcolata tenendo conto della velocità media a cui viaggiano gli automezzi adibiti al trasporto e alle condizioni medie del traffico. In ogni caso la temperatura del conglomerato non dovrà essere inferiore a 140°C al momento della stesa.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con

densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La stesa del conglomerato bituminoso drenante – fonoassorbente dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a + 5°C.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso compreso tra 8 e 14 Ton a seconda dello strato e dello spessore, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Il conglomerato bituminoso di usura drenante-fonoassorbente dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso compreso tra 8-10 Ton, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

7.3.11. Controlli periodici sulla pavimentazione

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente Capitolato. I controlli della DL saranno eseguiti presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	<ul style="list-style-type: none"> Composizione granulometrica Resistenza al gelo/disgelo 	A richiesta della Direzione Lavori o in

		<ul style="list-style-type: none"> • Percentuale superfici frantumate • Coefficiente di appiattimento • Assorbimento d'acqua 	caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	<ul style="list-style-type: none"> • Penetrazione • Punto di rammollimento • Ritorno elastico • Viscosità • Punto di rottura (RTFOT) • Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test) 	A richiesta della Direzione Lavori o settimanale

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera : <ul style="list-style-type: none"> • ogni t 600 (base) • ogni t 500 (binder) • ogni t 200 (usure) • ogni t 200 (SMA) • ogni t 200 (Drenante)
	Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	
	Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto Np.	UNI EN 12697-5, 6, 8	
	Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	
	Modulo di rigidità a 20°C	UNI EN 12697-26	

CONTROLLI SALTUARI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO (Requisiti prestazionali facoltativi)			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	A discrezione della DL
	Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	

La verifica degli spessori dello strato e delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	Ogni m² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità Dp della miscela compattata in laboratorio (addensamento teorico di progetto) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.		

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE DELLO STRATO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	mm	Secondo progetto	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)

Il controllo dell'adesione tra gli strati di conglomerato bituminoso, sarà verificato sulle carote prelevate dalla pavimentazione secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULL'ADERENZA DEGLI STRATI				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Adesione tra gli strati base-binder	Leutner test SN 671961	MPa	> 1	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)

AdeSIONe tra gli strati binder-usura	Leutner test SN 671961	MPa	> 0,7	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
--------------------------------------	---------------------------	-----	-------	---

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato di usura, SMA o drenante dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036-4	Secondo prescrizioni della D.L.
Permeabilità verticale per strato di drenante	Normativa Belga o UNI EN 12697-40	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA

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

7.3.12. Requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi e penalità

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, oppure non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore. In tal caso le prove di controllo del nuovo materiale posato in opera saranno a totale carico dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Se all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento. Qualora il materiale fornito pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L. questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate.

Le tolleranze riportate nei requisiti di accettazione esposti di seguito, ad eccezione delle caratteristiche compositive, saranno incrementate a discrezione della DL, nel caso di particolari condizioni di lavorazione quali ad esempio:

- lavorazioni su pendenze elevate;
- lavorazioni in aree particolarmente distanti dall'impianto di produzione.

7.3.12.1. Caratteristiche compositive

Le tolleranze consentite per la rispondenza delle miscele al mix design, corrispondono a quelle definite nella norma UNI EN 13108-21 e riportate in tabella seguente; non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime.

Prodotti conformi a UNI EN 13108 parti 1-5-7	TOLLERANZE AMMESSE	
MATERIALE COSTITUENTE	Miscele con aggregato nominale $D \leq 16\text{mm}$	Miscele con aggregato nominale $D > 16\text{mm}$
D nominale	-8% +5%	-9% +5%
Aggregato medio setaccio 4 mm	$\pm \%7$	$\pm \%9$
Setaccio 2 mm	$\pm \%4$	$\pm \%5$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm \%2$	$\pm \%3$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm \% 0,5$	$\pm \% 0,6$

Per i materiali i cui valori che si discostano dalle tolleranze del presente capitolato, verrà apportata una detrazione del sul prezzo di Capitolato del conglomerato, al netto del ribasso, d'asta così calcolata:

- sul legante: 0,3% sul prezzo di capitolato per ogni 0,01% di bitume mancante oppure verrà effettuata, a spese dell'Impresa, la sabbiatura dell'intero tratto sul quale è stato impiegato il materiale non idoneo, con non meno di Kg. 0,5/mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 0,3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un'eccedenza sulle tolleranze.

7.3.12.2. Densità e vuoti detrazioni

SCIOLTO

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a N_p deve risultare:

$$D_p \text{ controllo} = D_p \text{ ottimale da mix design} \pm 1,5\%$$

qualora dovesse risultare una densità di controllo eccedente i limiti suddetti fino a $D_p \pm 3\%$, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbietta, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito.

CAROTE

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate sulle carote prelevate dalla pavimentazione preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle tabelle precedentemente esposte per ogni materiale.

Per valori risultanti dalle prove di laboratorio che si discostano verso un peggioramento del grado di addensamento dichiarato e della percentuale dei vuoti, oltre alle tolleranze indicate in tabella seguente, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbietta, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito;

ADDENSAMENTO DELLO STRATO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	TOLLERANZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	Valore limite – 2%
(ad esempio 97%-2%= 95%)			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	TOLLERANZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	Valore limite + 2%
(ad esempio 9% + 2%= 11%)				

Nel caso di eccedenza da tali limiti di tolleranza l'Impresa dovrà procedere alla rimozione dello strato tramite apposita fresatura e procedere alla successiva ricostruzione.

7.3.12.3. Aderenza e tessitura detrazioni

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di PTV e/o HS del tratto omogeneo si riveli più basso dei valori prescritti; essa sarà applicata se singolarmente o il PTV o l'HS risultino deficitari; qualora risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il PTV o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

Soglie di inaccettabilità

MATERIALE	PTV	HS
Conglomerati bituminosi tipo usura e binder nel caso di aperture al traffico temporanee	40	0,2
Conglomerati bituminosi drenanti	38	0,2
SMA	45	0,3
Microtappeti a freddo	42	0,3
	40	0,2

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato

superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di PTV e HS al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

7.3.12.4. Caratteristiche meccaniche detrazioni

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- Modulo di Rigidezza
- Resistenza a Trazione indiretta

saranno inferiori al 10% rispetto ai valori dichiarati nello studio di mix design del presente capitolato.

La detrazione riguarderà l'intera estensione longitudinale dello strato per tutto il tratto omogeneo verificato e sarà pari allo 0,2% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero superare del 10% i valori del mix design del presente capitolato, l'Amministrazione avrà facoltà di richiedere la produzione di un nuovo mix design a giustificazione delle difformità rilevate corredato di uno studio comparativo tra la nuova miscela rispetto alla miscela inizialmente proposta, attraverso prove di fatica (UNI EN 12697-24) e di ormaiamento (UNI EN 12697-22).

7.3.12.5. Aderenza tra gli strati detrazioni

Qualora i valori rilevati alla prova con Leutner test dovessero superare i limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 5% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta.

7.4 Cordoli in cls vibrati e lisciati

I cordoli sono di norma posti a delimitazione delle aiuole e delle aree a verde, nonché a delimitazione della proprietà, salvo i casi in cui siano presenti muretti o recinzioni (sia esistenti che di progetto). I cordoli devono essere del tipo prefabbricati in calcestruzzo vibrato, compresso e liscio, con sezione di 12 x 25 cm, della lunghezza di 1,00 m per i tratti rettilinei. Per i tratti in curva devono essere previsti cordoli, di pari caratteristiche, con raggi di curvatura pari a 1 m. La messa in opera deve essere effettuata su zoccolo di fondazione e rinfilanti in cls. dosato a 2 quintali di cemento 325 per mc d'impasto e deve prevedere la stuccatura tra i diversi elementi.

7.5 Cordoli in cls vibrati e lisciati di tipo sormontabile

I cordoli sormontabili sono posti a delimitazione delle aiuole spartitraffico. I cordoli devono essere del tipo prefabbricati in calcestruzzo vibrato, compresso e liscio, con sezione di 14-24 x 40 cm, della lunghezza di 0,33 m per i tratti rettilinei. Per i tratti in curva devono essere previsti cordoli, di pari caratteristiche, con raggi di curvatura fino a 5 m. La messa in opera deve essere effettuata

su zoccolo di fondazione e rinfianchi in cls. dosato a 2 quintali di cemento 325 per mc d'impasto e deve prevedere la stuccatura tra i diversi elementi.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Art. 8 Consolidamento di rilevati stradali

Sistemi si basati sul principio di migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno conferendogli resistenza a trazione. I terreni sono caratterizzati da una resistenza a compressione significativa, che dipende dalle loro caratteristiche intrinseche ed dalla loro storia tensionale, ma non possiedono resistenza a trazione.

Il risultato è un sistema composito dotato di caratteristiche meccaniche superiori rispetto a quelle del solo terreno.

8.1 Consolidamento con reti metalliche

Utilizzati in tutte le situazioni in cui sia necessario rinaturalizzare superfici rocciose ripide su cui un riporto di terreno non stabilizzato risulterebbe non efficace.

Sono realizzati con rete metallica a doppia torsione in trafilato d'acciaio di diametro 2.7 o 3 mm a maglie esagonali, protetto con rivestimento in lega di zincoalluminio (galvan) e generalmente anche plastificato.

Fasi esecutive di posa:

- Fase preparatoria: liberazione delle superfici di posa da pietre o eventuali masse pericolanti e gli eventuali vuoti devono essere saturati con materiale terroso in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la rete possa aderire perfettamente al terreno;
- Stesa della rete: una volta stese le reti lungo la scarpata, esse dovranno essere collegate tra loro con idonee cuciture eseguite con filo avente le stesse caratteristiche della rete.
- Funi perimetrali e ancoraggio in sommità: le reti devono essere assicurate in testa e al piede con due funi portanti poste, la prima, in corrispondenza del bordo superiore del pendio e la seconda al piede. Le funi possono essere dei trefoli in acciaio del tipo 7x19 o 6x19 fili con diametro da 12 a 16mm e resistenza del filo pari a 1770 MPa. Infine le reti vengono risvoltate e legate con cuciture di filo metallico con legatura continua o legature puntuali di filo raddoppiato avente caratteristiche uguali a quello che costituisce la rete. L'ancoraggio della fune avviene tramite l'impiego di barre d'acciaio piene inghisate nel terreno, quest'ultime sono complete di dado di chiusura, piastra di ripartizione e galofari passacavo entro il cui occhiello vengono fatte passare le funi perimetrali.

8.2 Consolidamento con pali in castagno

Le palificate sono impiegate negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in dissesto.

Vengono infisse delle strutture in legname che hanno la funzione di formare delle piccole gradonate a monte delle quali si raccoglie il terreno.

Le fasi d'esecuzione delle palificate sono le seguenti:

- Esecuzione di scassi ad “L” nel versante in modo da formare la base d'appoggio della palificata inlegname, con una contropendenza trasversale dello scavo pari ad almeno 10-15%, mentre il paramento di valle deve avere una pendenza di circa 30-50%;
- Realizzazione della palificata ponendo in opera il tondame scortecciato o legname squadrato di castagno (diametro 20-30cm) alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (L= 1.50-2.00m) in modo da formare una specie di castello in legname;
- Vengono fissati i tronchi con dei chiodi, tonfini, graffe metalliche o fili di ferro.

In presenza di terreni molto aridi o sassosi, si può arricchire e ammendare il terreno con l'aggiunta di sostanza organica e/o compost vegetale.

8.3 Consolidamento con palificate in castagno

Le palificate sono impiegate negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in dissesto.

Vengono infisse delle strutture in legname che hanno la funzione di formare delle piccole gradonate a monte delle quali si raccoglie il terreno.

Le fasi d'esecuzione delle palificate sono le seguenti::

- Esecuzione di scassi ad “L” nel versante in modo da formare la base d'appoggio della palificata inlegname, con una contropendenza trasversale dello scavo pari ad almeno 10-15%, mentre il paramento di valle deve avere una pendenza di circa 30-50%;
- Realizzazione della palificata ponendo in opera il tondame scortecciato o legname squadrato di castagno (diametro 20-30cm) alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (L= 1.50-2.00m) in modo da formare una specie di castello in legname;
- Vengono fissati i tronchi con dei chiodi, tonfini, graffe metalliche o fili di ferro;

in presenza di terreni molto aridi o sassosi, si può arricchire e ammendare il terreno con l'aggiunta di sostanza organica e/o compost vegetale.

8.4 Terre armate

Elementi modulari in terra armata per rilevati stradali, barriere fonoassorbenti o dune antisvio, con paramento a vista inclinato di circa 60°-70° rispetto all'orizzontale, costituiti da strati di geogriglie monorientate in HDPE, di resistenza a trazione dipendente dalle caratteristiche geometriche del rilevato, dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno, dai carichi agenti sul rilevato stesso e da eventuali sollecitazioni sismiche. Le geogriglie saranno contenute da un cassero di guida e di appoggio “a perdere” in rete elettrosaldata e rivestite internamente in facciata con un stuoia vegetale successivamente idroseminata o in alternativa da un Feltro vegetativo preseminato.

Normative di riferimento

ISO 9864 : Determinazione della massa areica

EN ISO 10319 : Prova di trazione a banda larga

EN ISO 13431 : Determinazione del comportamento a rottura

GRI-GG2 : Resistenza delle giunzioni

Le Geogriglie dovranno essere marcate CE in conformità alle norme:

EN 13249 : Costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico

EN 13250 : Costruzione di ferrovie

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Materiali

Le geogriglie, realizzate al 100% in polietilene ad alta densità (HDPE) proveniente da aziende qualificate e certificate, sono stabilizzate agli UV mediante impiego di carbon black.

La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, dovrà essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3,00 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze oltre i 3,00 m fino a 6,00 m;
- da 45 a 120 kN/m per altezze oltre i 6,00 m fino a 9,00 m;
- da 45 a 160 kN/m per altezze oltre i 9,00 m.

Cassero di guida e di appoggio "a perdere", realizzato mediante piegatura meccanica di un foglio di rete elettrosaldata (\varnothing 8mm maglia 15x15cm) corredato di Tiranti e Picchetti.

Biostuoia vegetale da idroseminare oppure in alternativa Feltro vegetativo preseminato.

Modalità di esecuzione

Il materiale reso in rotoli deve essere movimentato con muletto o escavatore facendo attenzione a non danneggiare la struttura. Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e per nessun motivo deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore. Una volta installato dovrà necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 4 mesi.

Procedure d'installazione del sistema cassero + geogriglia + stuoia antierosiva

1. Preparare il piano di fondazione effettuando eventuali sbancamenti; asportare eventuali radici, sassi o detriti che possono trovarsi in loco, rullare e compattare. Se previsto realizzare uno strato drenante di base. Eseguire il tracciamento del rilevato.
2. Posizionare e allineare i casseri in rete elettrosaldata collegandoli tra loro con filo di ferro o fascette strozzacavo elettrico in plastica.
3. Svolgere i rotoli di geogriglia di rinforzo e tagliare le stesse con un cutter secondo le lunghezze indicate in progetto: la lunghezza del taglio è determinata dalla profondità di ancoraggio, dal risvolto in facciata (circa 0,70m) e dal risvolto superiore (circa 1,50m).
4. Posizionare all'interno dei casseri in rete elettrosaldata i tagli di geogriglia di rinforzo adagiandoli sul piano di fondazione in strati orizzontali e perpendicolari al fronte ancorandoli al terreno con ferri sagomati a "U"; la geogriglia di rinforzo dovrà essere ben aderente alla facciata interna del cassero in rete elettrosaldata lasciando la porzione terminale temporaneamente esterna al cassero stesso (tale porzione deve corrispondere alla lunghezza stabilita per il risvolto superiore (1,50m ca).
5. Posizionare la stuoia antierosiva foderandone internamente il risvolto in facciata della geogriglia di rinforzo; posizionare i tiranti di irrigidimento del cassero (ca 1 ogni 0,40m).
6. Stendere il terreno di riempimento previsto e fornito a piè d'opera sopra le geogriglie di rinforzo in strati dello spessore di circa 0,30m: in prossimità della facciata è consigliabile l'utilizzo di terreno vegetale per circa 0,50/0,30m.
7. Compattare fino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore al 95% dello Standard Proctor. In prossimità della facciata (per circa 1,00m) la compattazione deve avvenire mediante vibro-costipatore o piastre vibranti; nella zona retrostante si utilizzino rulli compattatori di idonee capacità.
8. Completato il riempimento, risvoltare verso l'interno la porzione di geogriglia di rinforzo tenuta precedentemente esterna al cassero in rete elettrosaldata; tenderla leggermente e ancorarla al terreno utilizzando ferri sagomati a "U".
9. Ripetere le operazioni 1-8 fino ad opera ultimata.
10. Se non è stato utilizzato il Feltro vegetativo preseminato effettuare l'idrosemina della facciata o la messa a dimora di piante tappezzanti, arbustive o talee (operazione contabilizzata a parte).

Soggezioni ambientali

Misure tecniche di protezione:

Temperatura di stoccaggio < 40°C

Temperatura di trasporto < 40°C

Temperatura di carico/scarico > -5°C

Caratteristiche prestazionali

L'elemento di rinforzo è costituito da una geogriglia a una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture, di forma allungata, che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche della geogriglia ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. La resistenza a trazione delle giunzioni deve essere pari ad almeno l'80% della resistenza massima a trazione (GRI-GG2).

Le Geogriglie dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Durabilità minima prevista di 120 anni in terreni naturali con $1.6 < \text{pH} < 13$ e temperature fino a 40°C sulla base dei relativi risultati delle prove di Laboratorio. Si raccomanda di proteggere il prodotto dall'esposizione solare entro 4 mesi dalla data di installazione.
- Dovranno inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante additivi di nerofumo.

Geogriglia tipo 1:

Polimero costituente il manufatto	100% HDPE
Peso unitario (ISO 9864)	300 g/m ²
Dimensione bobine	2,00 m x 50,00 m
Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319)	MD 45,0 kN/m
Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)	MD 11,5%
Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 11,0 kN/m
Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 25,0 kN/m
Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)	MD 36,0 kN/m
Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)	MD 18,5 kN/m

Geogriglia tipo 2:

Polimero costituente il manufatto	100% HDPE
Peso unitario (ISO 9864)	400 g/m ²
Dimensione bobine	2,00 m x 40,00 m
Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319)	MD 60,0 kN/m
Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)	MD 13,0%
Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 17,0 kN/m
Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 32,0 kN/m
Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)	MD 50,0 kN/m
Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)	MD 24,6 kN/m

Geogriglia tipo 3:

Polimero costituente il manufatto	100% HDPE
Peso unitario (ISO 9864)	600 g/m ²
Dimensione bobine	2,00 m x 30,00 m
Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319)	MD 90,0 kN/m
Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)	MD 13,0%
Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 26,0 kN/m
Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 50,0 kN/m
Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)	MD 80,0 kN/m
Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)	MD 36.9 kN/m

Geogriglia tipo 4:

Polimero costituente il manufatto	100% HDPE
Peso unitario (ISO 9864)	800 g/m ²
Dimensione bobine	2,00 m x 30,00 m
Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319)	MD 120,0 kN/m
Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)	MD 13,0%
Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 36,0 kN/m
Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 72,0 kN/m
Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)	MD 110,0 kN/m
Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)	MD 49.2 kN/m

Geogriglia tipo 5:

Polimero costituente il manufatto	100% HDPE
Peso unitario (ISO 9864)	1.000 g/m ²
Dimensione bobine	1,00 m x 30,00 m
Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319)	MD 160,0 kN/m
Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)	MD 13,0%
Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 45,0 kN/m
Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)	MD 90,0 kN/m
Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)	MD 130,0 kN/m
Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)	MD 75,4 kN/m

Stuoia antierosiva in juta

Peso unitario 100 g/m²

Dimensione maglia 6 mm x 6 mm

in alternativa

Stuoia antierosiva in Feltro Vegetativo Preseminato

Peso unitario 150 g/m²

Composizione : 50% trama di fibre in cellulosa naturali e biodegradabili 25% sementi di specie erbacee, 25% fertilizzanti

Prove di qualificazione

Le geogriglie devono essere marcate CE in conformità alle norme EN 13249, 13250.

Le geogriglie devono essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) per l'impiego come rinforzo nel terreno per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Prove di accettazione

Le caratteristiche prestazionali sopra esposte dovranno essere confermate con una dichiarazione di conformità, redatta dal produttore ed all'occorrenza accompagnata dalle relative prove di laboratorio, rilasciata per ogni 10.000mq di materiale consegnato.

Art. 9 Sostituzione giunti di pavimentazione stradale

Il presente punto riporta le specifiche tecniche per le attività di ripristino della pavimentazione stradale e dei giunti di dilatazione.

Le attività vengono specificate in seguito e possono riassumersi in:

- a) Rimozione pavimentazione e giunti;
- b) Riparazione locali estradosso soletta;
- c) Realizzazione nuove teste delle solette e nuovo varco;
- d) Posizionamento giunto di dilatazione provvisorio e stesura nuova guaina;
- e) Realizzazione nuova pavimentazione;
- f) Ripristino della segnaletica orizzontale e degli arredi;
- g) Installazione nuovi giunti di dilatazione e giunti di marciapiede; Per le lavorazioni di cui ai punti b, c, f, si rimanda ai capitoli precedenti e successivi.

9.1 Descrizione dettagliata delle attività

a) Rimozione pavimentazione e giunti

Si prevede di rimuovere tutti gli strati di pavimentazione esistenti tramite scarifica.

Una volta che si è arrivati alla guaina, si valutano tutte le zone in cui la stessa è ammalorata, rotta durante le operazioni di scarifica o comunque dove non è più aderente alla soletta. In queste zone la guaina verrà rimossa in modo da lasciare solo le parti in ottimo stato e ben aderenti.

Vengono rimossi anche i vecchi giunti di dilatazione e i loro inghisaggi.

b) Riparazione locali estradosso soletta

Nelle zone in cui la guaina presentava rotture o problemi di aderenza si verifica lo stato dei copri ferri e si eseguono tutte le riparazioni necessarie.

In particolare, si rimuove il calcestruzzo ammalorato, si procede alla passivazione dei ferri di armatura e infine di ripristina il copri ferro con malte apposite.

c) Realizzazione nuove teste delle solette e nuovo varco (vedi capitoli successivi)

Le teste delle solette, decisamente rovinate a causa dei vecchi giunti, dovranno essere parzialmente demolite e ripristinate, sia nelle armature che nei calcestruzzi.

In questa operazione il varco dovrà essere portato dagli attuali 35mm a 80mm, in modo che possano essere installati giunti di dilatazione e canalette di scolo maggiorati rispetto ai preesistenti.

d) Posizionamento giunto di dilatazione provvisorio e stesura nuova guaina

Terminato il nuovo varco, verrà posizionato un giunto provvisorio realizzato mediante una lamiera metallica di sezione 250x10mm, fissata da un solo lato con tasselli M10.

Posizionati anche i giunti provvisori si può procedere alla stesura della nuova guaina.

e) Realizzazione nuova pavimentazione

Dopo la guaina sarà stesa la nuova pavimentazione, sia lo strato di binder che il nuovo manto d'usura. In entrambi i casi si utilizzeranno pavimentazioni con bitume modificato "hard".

f) Ripristino della segnaletica orizzontale e degli arredi (vedi capitoli successivi)

Prima di riaprire al traffico dovrà essere ripristinata la segnaletica orizzontale.

Inoltre tutti gli arredi stradali con evidenti segni di deformazione e/o rotture dovranno essere sostituiti (guard rail e catarifrangenti).

g) Installazione nuovi giunti di dilatazione e giunti di marciapiede

In una fase successiva, dopo alcune settimane di assestamento della nuova pavimentazione, si potrà procedere all'installazione dei nuovi giunti.

Sfruttando delle chiusure notturne del traffico sulla rampa, si procederà alla rimozione dell'asfalto in corrispondenza dei giunti provvisori, rimozione degli stessi e posa di quelli nuovi.

I nuovi giunti dovranno avere una canalina di raccolta acque in acciaio inox che si dovrà estendere oltre la larghezza della carreggiata, terminando all'interno dei cordoli in modo che le operazioni di manutenzione e pulizia dei giunti possano avvenire dal marciapiede, senza interrompere il traffico.

In ultimo, dovranno essere installati i giunti di marciapiede.

9.2 Tipologia di giunti di dilatazione (compreso giunto di marciapiede)

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

Sulla base di tali dati l'Amministrazione si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
 - l'adattamento dei casseri;
 - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
 - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
 - qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e con quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento. L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

9.2.1 Giunto in gomma – metallo / elastomero armato

Sono giunti normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico vengono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità o la portanza della struttura elastomerica. In questo gruppo possono essere distinti due fondamentali sottogruppi in funzione del meccanismo con cui viene ottenuta la capacità di dilatazione/contrazione del giunto e precisamente:

- deformando elasticamente, con sollecitazione di tipo tagliente, idonee zone elastomeriche opportunamente predisposte;
- deformando in maniera elastica dei profili elastomerici la cui studiata geometria viene modificata da sollecitazioni di norma flessionali.

Caratteristica di questa tipologia di giunti è la presenza a livello della superficie trafficata, di una serie più o meno numerosa di varchi paralleli all'asse del giunto necessari allo sviluppo delle deformazioni elastiche richieste. Generano un certo rumore.

9.2.2 Giunto a pettine

Sono Giunti ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare. Questi due elementi, fissati ognuno alla relativa testata, garantiscono, grazie ad una idonea compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni richieste al giunto.

Lo schema statico di tali giunti può essere di trave in duplice appoggio quando l'elemento a pettine posa su entrambe le testate, o a mensola quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata. Loro caratteristica è la necessità di richiedere uno specifico dispositivo, generalmente una scossalina, per garantire l'impermeabilità del varco. Richiedono inoltre una particolare attenzione sia nell'allineamento in fase di posa che nell'ancoraggio alla testata, soprattutto nel caso di schema strutturale a mensola.

Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

La tipologia di giunto sarà soggetta a preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

REQUISITI:

Giunto stradale di dilatazione ed impermeabilità a livello pavimentazione per impalcati di ponti e viadotti con travate in c.a. o c.a.p. o strutture miste in acciaio - c.a., adatto per assorbire scorrimenti degli impalcati fino a 50 mm, costituito da:

- Elemento deformabile in gomma rinforzato con inserti metallici vulcanizzati. Gli inserti metallici devono essere interamente conglobati nella gomma per evitare corrosioni; essi devono essere inoltre 42 disposti in modo tale che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente almeno un inserto metallico;
- Sistema di ancoraggio realizzato mediante tirafondi in acciaio di idonee dimensioni, e ancorati con resine epossidiche, completi di dadi e rondelle;
- Sistema di drenaggio costituito da una membrana di neoprene di spessore minimo di 2 mm e tubi di drenaggio.

Il giunto dovrà essere posato a quota pavimentazione completa (binder+usura) dell'opera d'arte senza creare dislivelli e cercando di ottenere la massima complanarità fra pavimentazione e giunto.

La fornitura in opera comprende:

- a) taglio con idonea segatrice a disco della pavimentazione in conglomerato bituminoso per tutta la larghezza e lunghezza necessaria, demolizione e trasporto a discarica;
- b) preparazione dell'estradosso della soletta interessata al giunto, mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa;

- c) fornitura e posa di scossalina impermeabile in neoprene, spessore minimo 2 mm;
- d) fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio compreso di ancoraggi alle solette e il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica.

POSA IN OPERA

Il Fornitore del giunto dovrà presentare alla Committente entro 20 gg dall'aggiudicazione i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera riferite al giunto in posizione di apertura media. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di montaggio. Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Committente. Nel caso di manutenzioni, detti disegni saranno di volta in volta adeguati alle operazioni da compiere.

La posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione procedendo secondo le seguenti fasi:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta cementizia neoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio neoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, secondo il tipo di degrado riscontrato;
- getto di malta cementizia neoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio neoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testa, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto. Nel caso di degrado profondo della testa di soletta, il ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto in betoncino cementizio neoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici del Fornitore e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione - esecuzione del giunto di cordolo.

PREROGOLAZIONE

La prerogolazione del giunto avverrà in base ai dati forniti dalla Direzione dei Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori.

La prerogolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente e della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi di appoggio.

RACCORDO CON LA PAVIMENTAZIONE

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto nel caso di manutenzioni, sarà di larghezza minima di 100 mm ed andrà eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dal Fornitore e accettate dalla Committente.

SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE

La raccolta delle acque sarà assicurata da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Entrambi i sistemi dovranno interessare tutta la larghezza dell'impalcato anche qualora il giunto sia limitato alla sola zona carrabile.

RACCORDO CON CORDOLI E LE BARRIERE

Entrambi i sistemi dovranno interessare:

- giunti di escursione 50 mm;
- guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato ai paragrafi precedenti;
- giunti di escursione > di 50 mm

Art.10 Tombini e manufatti di fossati o di attraversamento del corpo stradale

I manufatti di attraversamento del corpo stradale e le tombinarure sono fatte con tubazioni per la raccolta e lo smaltimento delle acque dal corpo stradale realizzate in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V) o in acciaio.

10.1 Tubazioni in conglomerato cementizio vibrato

Le tubazioni in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a 1/4 dello spessore della parete del tubo e $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$. Le tubazioni in C.A.V. devono avere sezione a corona circolare di spessore uniforme, superfici in terne lisce e prive di irregolarità, sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che deve essere sigillato in opera con malta di cemento e con guarnizioni.

I tubi di cemento saranno pagati a metro lineare solo se specificatamente previsto nell'elenco dei prezzi unitari allorché sarà inclusa la fornitura e la posa in opera nonché la sigillatura dei giunti con malta di cemento. Altrimenti si intendono compresi nel prezzo del calcestruzzo per rinfiacco dei tombini tubolari facendone parte integrante anche per la misurazione degli spessori.

10.2 Tubazioni in acciaio

Le tubazioni in acciaio devono avere struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco. L'acciaio della lamiera ondulata deve essere del tipo Fe 360, avere caratteristiche rispondenti alle norme AASHO Modificata 167/70 e AASHO Modificata 36/70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 %, protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per faccia e spessore minimo di mm 1.5, con tolleranza ammessa secondo la Norma UNI 2634. Nella posa in opera sono compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

10.3 Posa in opera dei tubi

I tubi devono essere calati negli scavi con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni.

I singoli elementi devono essere depositati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo lo scavo. Salvo quanto riguarda la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da realizzare esattamente l'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. Non sono tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti scarichi; ove ciò si verificasse, l'Impresa a proprie spese deve rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da progetto. Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri devono essere possibilmente rivolti verso

la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea devono essere rigorosamente disposti su una retta. Si ammettono deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi devono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza. Le tubazioni devono essere interrate in un cavo delle dimensioni previste in progetto, sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento. Qualora sia previsto, le tubazioni devono essere reposte in opera su platea in conglomerato cementizio ed eventualmente rinfiancate. Il conglomerato per la platea ed i rinfianchi deve essere di classe Rck ≥ 25 N/mm². Tra tubazione e platea deve essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento. In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, si deve provvedere all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, deve evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo stesso la formazione di idonei cuscinetti frastubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

Le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore; non sono ammesse perdite di alcun genere.

10.4 Controlli

Per l'accettazione dei materiali, l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Produttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. La Direzione Lavori può comunque ordinare delle prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

10.5 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

Per l'attraversamento di canali di scolo o piccoli torrenti si possono realizzare, oltre a manufatti in c.a., tombini e sottopassi con struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata deve essere della qualità di cui alle norme AASHTO Modificata 167/70 e AASHTO Modificata 36/70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 %, spessore minimo di mm 1.5, con tolleranza ammessa secondo la Norma UNI 2634; deve essere del tipo Fe 360, protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 305 g/m² di zinco per faccia.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si deve provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso, avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazione con peso unitario di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello. In alternativa è consentito l'uso di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

L'Impresa, prima della posa in opera, per ogni singolo manufatto deve fornire alla Direzione Lavori:

- la certificazione del Produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto costruttivo dell'opera con le caratteristiche geometriche, lo spessore del le lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio.

Le strutture finite devono essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc. L'elemento tipo del manufatto a sezione circolare deve essere costituito da due mezze sezioni di lindrache ondulate, curvate al diametro prescritto. Dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno è a filo diritto e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

L'ampiezza dell'onda deve essere di 67,7 mm e la profondità di 12,7 mm la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, è un multiplo di 0,61 m.

Per i manufatti a piastre multiple, indicativamente l'ampiezza dell'onda è di mm 152,4 e la profondità di mm 50,8. Il raggio della curva interna della gola deve essere almeno di mm 28,6.

Le piastre devono fornirsi in misura standard ad elementi tali da costituire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61; comunque si ammettono anche lunghezze comprese fra 1.75 e 2.5 m.

Per i tombini ad elementi incastrati o bullonati, nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari devono essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi devono legarsi tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, sono la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che può essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

Per i manufatti a piastre multiple, i bulloni di giunzione delle piastre devono essere di diametro non inferiore ad 1.91 mm ed appartenere alla classe 8.8 (UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi devono assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si devono impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple sono circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e possono essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5%

in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

La coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni deve, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

Lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere deve essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica deve essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità.

Il letto di posa deve sagomarsi come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si deve eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si deve poi riempire lo scavo con materiale da rilevato, compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso o piattaforma di conglomerato cementizio si deve interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore.

In ogni caso si deve interporre tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore minimo di 10 cm.

Tale strato non deve essere compattato per permettere una perfetta aderenza della condotta e deve estendersi in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

Il materiale di rinfilanco della condotta deve essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Deve essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato deve soddisfare le indicazioni riportate nel presente capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si devono utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici, per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si debbono utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dopo la sua posa in opera deve estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta; il terreno impiegato tale rilevato deve normalmente essere costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si deve inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, deve presentare alla Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Produttore che attestino la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. La Direzione Lavori può comunque ordinare delle prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, lo spessore dell'elemento, del rivestimento di zinco su entrambe le facce (UNI 5742-66) e dell'eventuale mastice bituminoso nonché il peso di rivestimento di zinco secondo le specifiche ASTM-A 90-53 e la centratura della zincatura secondo le tabelle UNI 1475, 1476, 4007.

La frequenza dei prelievi da sottoporre a prove di laboratorio può essere di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

10.6 Pozzetti

Fornitura e posa in opera di pozzetto in calcestruzzo vibrato e armato, di sezione quadrata, con base d'appoggio, impronte sui quattro lati del manufatto (impronte laterali a mezzo spessore) e incastro superiore del tipo a mezzo spessore.

All'interno del pozzetto potrà essere previsto un canale per favorire lo scorrimento dei liquidi.

Sono da intendersi comprese anche i relativi elementi di prolunga per raggiungere la quota finale di progetto al piano carrabile.

I pozzetti e le prolunghe, che dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno essere prodotti con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con caratteristica a compressione del calcestruzzo maturo non inferiore a 40 N/mm² ed assorbimento massimo minore del 6%.

La struttura del pozzetto, priva di fori passanti, andrà posta in opera su platea in magrone di calcestruzzo dosato a 200 kg/m³, con rinfilo sempre in magrone. La giunzione tra i vari elementi della struttura del pozzetto ed i tubi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali (del tipo TIR-FOR) e comunque sotto il controllo e l'approvazione della direzione lavori. La struttura del pozzetto dovrà sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi propri secondo quanto indicato in progetto ed in sede di verifica statica, da parte del produttore dei pozzetti, con ingegnere iscritto all'albo.

10.6.1 Chiusino di ispezione

Chiusino di ispezione in ghisa sferoidale a norma UNI EN 1563 per parcheggi, bordo strada e zone pedonali, con resistenza a rottura superiore a 250 kN conforme classe C 250 della norma UNI EN 124, certificato ISO 9001, a tenuta idraulica, costituito da telaio quadrato dotato di fori e asole di fissaggio e coperchio pieno con superficie antisdrucchiolo munito di fori ciechi con barretta per l'apertura, rivestito con vernice protettiva, marcatura riportante la classe di resistenza, la

norma di riferimento, l'identificazione del produttore ed il marchio di qualità rilasciato da ente di certificazione indipendente. Montato in opera su pozzetto in calcestruzzo: telaio di lato non inferiore a 500 mm, altezza non inferiore a 50 mm con supporti in neoprene negli angoli antirumore ed antibasculamento, coperchio quadrato e luce netta 400 x 400 mm.

10.6.2 Griglia piana

Griglia piana in ghisa sferoidale a norma UNI EN 1563 a sagoma quadrata con resistenza a rottura superiore a 250 kN conforme alla classe C 250 della norma UNI EN 124, certificata ISO 9001, telaio quadrato con zanche di fissaggio, rilievo antisdrucchiolo, rivestita con vernice protettiva, con marcatura riportante la classe di resistenza, la norma di riferimento, l'identificazione del produttore ed il marchio di qualità del prodotto rilasciato da ente di certificazione indipendente, con rompitratta sulle feritoie. Montata in opera su pozzetto in calcestruzzo: griglia autobloccante e sifonabile con telaio a base piana di lato 500 mm e altezza 50 mm, luce netta 370 x 370 mm e superficie di scarico non inferiore a 920 cm².

10.7 Canalette di drenaggio

Canali autoportanti in calcestruzzo armato ad alta resistenza integrale prodotti secondo le norme DIN 19580 con calcestruzzo da 60 N/mm², provvisti di profili in acciaio zincato saldati all'armatura metallica posti a protezione dei bordi e delle sedi delle griglie, con pareti lisce e coefficiente di scabrezza 0,95 Manning Strickler, con giunti maschio-femmina e spinotti antidisassamento in acciaio inox, con i cavetti in acciaio per il sollevamento e la movimentazione in cantiere.

Provvisti di griglia in ghisa sferoidale antitacco conforme alle norme DIN 19580 e UNI EN 1433 di classe C 250 kN (utilizzo ai bordi delle strade, sentieri, piazzali di parcheggio, garage, aree industriali con normale traffico), con sistema di bloccaggio al telaio.

La fornitura dovrà essere corredata del certificato di prodotto, relativo alla prova di carico dell'insieme canale e griglia secondo il progetto di norma EN 1433 per i canali di tipo I (canali autoportanti), rilasciato da un ente certificato EN45001.

Sarà inoltre corredata del certificato ISO 9002 della fabbrica di fornitura.

La posa in opera dovrà essere realizzata con il sottofondo in calcestruzzo magro sullo strato di terreno stabilizzato. Il materiale di rinfilo avrà la stessa natura di quelli utilizzati per la pavimentazione circostante.

Si prevede la posa di due tipologie di canalette di drenaggio:

- larghezza 12 cm, altezza 14 cm, in moduli di lunghezza pari a 1 m, da posizionare all'interno delle cordolature;
- larghezza 29 cm, altezza 25 cm, in moduli di lunghezza pari a 1 m, da collocare nelle aree pedonali.

10.8 Caditoie stradali

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomate che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e manutentibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;
- armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

10.9 Scatolari prefabbricati

Elementi scatolari prefabbricati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare interna, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere e con anello di tenuta in gomma conforme UNI EN 681-1. I manufatti dovranno essere costruiti in conformità alle Norme UNI EN 14844:2006 marcatura CE, D.M. 14/01/08 Lavori Pubblici, UNI 206-1, UNI8981, EN 13760:2008 e UNI 8520/2 per carichi stradali di prima categoria. È a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica dei manufatti. Il prezzo è comprensivo di eventuale stivaggio, calo dei manufatti nello scavo previa formazione di idonea soletta armata di sottofondo realizzata in calcestruzzo $R_{ck}=250$ e armatura idonea realizzata con singola o doppia rete elettrosaldata B450C (ex Feb 44k) di 15x15 diam. 8mm. La soletta dovrà risultare perfettamente piana per consentire la corretta posa in opera dei manufatti. I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per il calaggio dei manufatti dovranno essere sigillati con apposite malte espansive. È inoltre comprensivo nel prezzo la realizzazione in opera di eventuali deviazioni angolari, demolizioni dei punti indicati dalla D.L. ed eventuale formazione di pozzetti in muratura intonacata fino a quota campagna come previsto dalla D.L. A richiesta della D.L. la giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata con apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (tipo Tir-For), ed il controllo della livelletta sarà garantita da apparecchiature di tipo laser. Nel prezzo è altresì compreso l'onere per il collaudo dell'opera in conformità alle Norme EN 1610 e al Decreto Ministero Lavori Pubblici 12.12.1985.

Art. 11 Barriere di sicurezza

Si definiscono sistemi di ritenuta stradale quelle strutture antisvio poste in opera al fine di garantire, entro certi limiti legati alla configurazione della strada, il contenimento dei veicoli che, durante la marcia, dovessero tendere ad uscire dalla carreggiata stradale. La finalità di tali dispositivi consiste nel realizzare accettabili condizioni di sicurezza sia per gli occupanti dei veicoli che per le persone che si trovano in posizione esterna adiacente alla carreggiata stradale.

Le tipologie di sistemi di ritenuta stradale sono le seguenti:

- barriere di sicurezza stradale
- transizioni fra barriere con diversa sezione
- attenuatori d'urto (che si dividono in attenuatori d'urto redirettivi e non redirettivi)
- terminali speciali testati

I sistemi di ritenuta stradale dovranno essere posti in opera secondo le indicazioni del produttore riportate nel manuale per l'utilizzo e l'installazione del dispositivo di cui all'art. 2 , comma 3, del D. M. 28/06/2011 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, e nel completo rispetto della normativa vigente.

Nell'ambito di applicazione del D.M. 223 del 18/02/1992 del Ministero dei Lavori Pubblici - strade pubbliche extraurbane e urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h – l'installazione potrà avvenire solo dopo l'approvazione di uno specifico progetto o di un allegato progettuale a firma di un ingegnere, con la sola esclusione dei ripristini di danni localizzati derivanti da esercizio della strada, da eseguirsi con le tipologie preesistenti, purché omogenei a quelli già installati. La progettazione dovrà avvenire nel rispetto di quanto previsto dal D.M. 2367 del 21/06/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e dalle relative Istruzioni Tecniche allegate.

La velocità di progetto di un arco stradale dovrà essere determinata in relazione alla classe funzionale, riportata all'art. 2 comma 2 del D.Lgs. 285/1992 "Nuovo Codice della Strada" ed alle caratteristiche planimetriche (raggio di curvatura) della strada stessa, indipendentemente dal limite di velocità imposto sul tratto stradale oggetto di intervento. Su strade esistenti, la velocità di progetto dovrà essere calcolata per assimilazione, sulla base di quanto previsto dal D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i. per la medesima classe funzionale e raggio planimetrico della tratta.

Ai sensi dell'art. 1 del medesimo Decreto, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

I sistemi di ritenuta stradale da installare dovranno essere stati sottoposti alle prove d'urto e testati secondo le Norme Europee UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4 presso campi prova autorizzati.

Le barriere stradali e gli attenuatori d'urto, che vengono prodotti e testati secondo Norme Europee Armonizzate, dovranno avere la marcatura CE. Per tali dispositivi, prima di procedere con l'installazione, la ditta produttrice dovrà fornire alla Provincia di Reggio Emilia la seguente documentazione:

- 1) certificato di costanza di prestazione (DoP)
- 2) dichiarazione di conformità CE delle barriere;
- 3) rapporti di prova in originale o copia conforme;
- 4) copie dei manuali per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale di cui all'allegato 1 del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011 relativi alle barriere in oggetto.

Ai sensi dell'art. 2, comma 3 del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011 *“L'installazione, la manutenzione, i controlli e le riparazioni dei dispositivi di ritenuta stradale sono eseguiti conformemente alle prescrizioni, alle indicazioni e alle informazioni fornite dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione Europea, e descritte, nel rispetto delle pertinenti istruzioni tecniche di installazione vigenti, nel manuale per l'utilizzo e l'installazione...”*.

Ai sensi dell'art. 2, comma 4 del medesimo decreto *“Le stazioni appaltanti (...) acquisiscono in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero, effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi della serie di norme UNI EN 1317, e le modalità di esecuzione delle prove stesse, comprensivi della verifica dei materiali costituenti il prodotto con cui il dispositivo medesimo è stato sottoposto a prova ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 1317-5”*.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta installati su strada dovranno avere un contrassegno, da apporre sulla barriera (per le barriere almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, recante le informazioni sulla marcatura CE previste dalla norma UNI EN 1317-5 inerenti il prodotto stesso.

Tutti i componenti di un sistema di ritenuta stradale dovranno avere un'adeguata durabilità, mantenendo nel tempo i loro requisiti prestazionali sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Essendo la Norma Europea UNI ENV 1317 parte 4 una norma non armonizzata non risulta possibile richiedere la marcatura CE per transizioni e terminali speciali testati; tali prodotti dovranno comunque essere stati testati secondo tale normativa e la ditta produttrice dovrà comunque trasmettere i rapporti di prova, le dichiarazioni di conformità e i manuali per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi in oggetto.

Le zone da proteggere vengono individuate dal progettista dei sistemi di ritenuta secondo quanto previsto dall'art. 3 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. n° 2367 del 21/06/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che riporta quanto segue:

“Le zone da proteggere per le finalità (...) devono riguardare almeno:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;

lo spartitraffico ove presente;

- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, deposito di materiale pericoloso o simili);

- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc..., ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc..., che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia, tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art. 6, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo. Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione **[N. B.: L'omologazione è stata sostituita dalla marcatura CE a seguito dell'entrata in vigore della norma UNI EN 1317, parte 5, a partire dal 01/01/2011]**, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6; in particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati. Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista".

Le installazioni di barriere bordo manufatto, da installare su cordolo in cemento armato, dovranno essere realizzate previa verifica del supporto all'urto di un veicolo in svio da eseguirsi secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e dalla relativa Circolare applicativa del 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. In questo caso, una volta completate le casserature, prima del getto occorre individuare preventivamente le posizioni d'ancoraggio dei pali della barriera, evitando interferenze fra armatura e tirafondi, segnando con un pennarello indelebile sui casseri tali posizioni. A getto avvenuto, prima di togliere le casserature, sarà poi necessario trasferire questi segni sul

calcestruzzo. In alternativa si potranno segnare sui casseri le posizioni delle armature. Per l'esecuzione dell'imbullonatura per l'installazione su cordolo di barriere bordo manufatto si procederà, in primo luogo, ad effettuare i fori nel calcestruzzo; questi saranno poi riempiti con la resina della qualità indicata nel manuale per l'utilizzo e l'installazione della barriera stessa e, successivamente, si inseriranno nei fori i tirafondi. Una volta che la resina avrà completato la presa si posizioneranno i pali e si procederà quindi a stringere i bulloni. Prima di inserire la resina è fatto obbligo di eseguire un'accurata pulizia dei fori utilizzando, a più riprese, alternativamente una pistola ad aria compressa e uno scovolino.

Le protezioni dovranno essere eseguite per un'estensione almeno pari a quella minima indicata nel manuale d'installazione, escludendo dal computo i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita.

Nel caso in cui nell'installazione di una barriera bordo manufatto la lunghezza del cordolo non consenta il raggiungimento di tale estensione minima prevista per la barriera bordo ponte utilizzata, sarà possibile collegare la barriera bordo ponte alla corrispondente barriera bordo laterale; il dispositivo misto così realizzato dovrà raggiungere la maggiore delle estensioni minime dei due dispositivi collegati.

Ai fini dell'individuazione della classe minima dei dispositivi da installare occorre fare riferimento all'art. 6 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. n° 2367 del 21/06/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Per quanto riguarda le barriere stradali la scelta della classe minima avviene in base alle prescrizioni di cui alla Tabella A che prende in considerazione il tipo di traffico, il tipo di strada e la destinazione della barriera. Per quanto riguarda la scelta della classe minima degli attenuatori frontali si dovrà fare riferimento alla Tabella B che prende in considerazione la velocità imposta nel sito da proteggere. Analogamente per i terminali speciali testati si dovrà fare riferimento alla Tabella C che prende anch'essa come riferimento la velocità imposta nel sito da proteggere.

Ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. n° 2367 del 21/06/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti si prescrive che "Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti."

Sarà pertanto cura della Direzione Lavori verificare, oltre il rispetto delle prescrizioni progettuali, la completezza della documentazione trasmessa e la corretta fornitura e posa della barriera stessa, procedendo quindi a fine lavori alla redazione del certificato di corretta posa in opera nelle modalità previste dalla norma sopracitata.

La scelta dei dispositivi di sicurezza stradale da impiegare dovrà essere conforme ai criteri previsti dall'art. 6 dell'allegato al D.M. 21.06.2004, n.2367, facendo riferimento alle Norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4, specificando che, ove reputato necessario dalla Direzione dei Lavori, potranno essere utilizzati dispositivi della classe superiore a quella minima indicata.

Si specifica inoltre che, per quanto riguarda le barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc... la classe minima da adottare per le barriere è la classe H2. In questo caso, se la barriera è da installare su cordolo in cemento armato dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" già testata su cordolo in cemento armato.

Il progettista provvederà a determinare la composizione del traffico sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio). Il traffico viene classificato in ragione del traffico giornaliero medio nei due sensi e dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM	% veicoli con massa > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

La seguente tabella A riporta – in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera – le classi minime delle barriere da applicare.

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Come si vede la destinazione “barriere bordo ponte” si riferisce solo a opere di luce superiore a 10 metri e, per luci minori, la classe minima richiesta è quella del bordo laterale, fermo restando che tale classe minima non deve essere inferiore alla classe H2.

Per quanto riguarda i muri di sostegno, essendo questi opere a luce nulla, la classe minima è da equiparare al bordo laterale (ma anche in questo caso non deve essere inferiore alla classe H2).

Si evidenzia che tale criterio si riferisce alla luce dell'opera e non alla lunghezza del cordolo soprastante, che può interessare anche i muri andatori.

La norma precisa che tali prescrizioni valgono per l'asse stradale e le zone di svincolo, mentre le pertinenze quali aree di servizio, aree di parcheggio, ecc... avranno protezioni di classe N2, salvo situazioni particolari.

La seguente tabella B riporta – in funzione della velocità imposta nel sito da proteggere – le classi minime degli attenuatori da utilizzare.

Tabella B – Attenuatori frontali

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ Km/h	100
Con velocità $90 \leq v < 130$ Km/h	80
Con velocità $v < 90$ Km/h	50

Gli attenuatori dovranno essere stati testati secondo la norma UNI EN 1317-3 e dovranno possedere la marcatura CE.

I terminali semplici, che sono considerati come normali elementi iniziali e finali di una barriera stradale di sicurezza, possono essere sostituiti (o anche integrati) da terminali speciali testati secondo la norma UNI EN 1317-4.

La scelta dei terminali speciali testati (tenendo sempre conto delle loro prestazioni, della destinazione ed dell'ubicazione) avverrà secondo la seguente tabella C:

Tabella C – Terminali speciali testati

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $v \geq 130$ Km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ Km/h	P2
Con velocità $v < 90$ Km/h	P1

Ai fini della classificazione della severità degli impatti dovranno essere utilizzati l'Indice di severità della accelerazione, A.S.I. e l'Indice velocità teorica della testa, T.H.I.V., come definiti nelle norme UNI EN 1317, parte 1 e 2.

Nell'installazione potranno essere tollerate, a discrezione della Direzione dei Lavori, piccole variazioni dovute natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada, come l'infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo, inserimento di qualche paletto in conglomerati cementizi di canalette, eliminazione o spostamento di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili. Variazioni di maggiore entità relative alle modalità di ancoraggio al supporto sono possibili solo se previste in progetto.

Se reputato necessario il progettista potrà utilizzare dispositivi di classe superiore a quella indicata nelle tabelle di cui sopra, fermo restando che tale scelta dovrà essere adeguatamente motivata dal progettista, in quanto si rileva che l'adozione di classi superiori a quelle minime richieste dalla norma comporta, in generale, un maggior livello di severità dell'urto sugli occupanti di veicoli leggeri.

Per quanto riguarda l'installazione di dispositivi stradali per i motociclisti (DSM) sarà necessario fare riferimento a quanto previsto dal D.M. del 01/04/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Tale decreto disciplina l'installazione dei dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti continui su barriere di sicurezza stradale discontinue. A tal fine sono definite barriere continue quelle che presentano dal lato del traffico una superficie continua sia in senso orizzontale che verticale per un'altezza di almeno 80 cm dal piano viabile. Tutte le altre barriere sono da intendersi discontinue.

I DSM dovranno essere testati secondo la norma UNI CEN/TS 1317-8 e dovranno essere installati secondo le istruzioni tecniche per l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale allegate al D.M. 21.06.2004, n.2367, e secondo le ulteriori istruzioni tecniche di cui all'allegato A del D.M. del 01/04/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)".

La stazione appaltante dovrà acquisire i rapporti di crash test rilasciati da laboratori accreditati ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, eseguendo un esame tecnico dei loro contenuti. Tutti i DSM dovranno essere dotati del manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi stessi, manuale completo di tutti i contenuti minimi di cui all'allegato 1 del D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

Il campo d'applicazione del D.M. 01/04/2019 riguarda le curve con raggio minore di 250 metri nei casi previsti dall'art. 2 del DM 18/02/1992, che comprende anche tutte le nuove installazioni di barriere su strade esistenti con velocità di progetto ≥ 70 km/h, con possibilità di deroghe motivate, su responsabilità del progettista. Viene sancito però l'obbligo d'installazione dei DSM, senza possibilità di deroghe, nel caso di curve con raggio minore di 250 metri e per le intersezioni stradali, in corrispondenza delle quali si siano verificati nel triennio cinque incidenti con morti o feriti che abbiano visto il coinvolgimento di motoveicoli o ciclomotori. Nel caso che gli enti gestori non dispongano subito delle risorse finanziarie per far fronte a tale obbligo andrà attuata una programmazione secondo un ordine motivato di priorità.

Viene inoltre precisato che l'installazione dei DSM deve interessare il ciglio esterno della carreggiata e deve estendersi, oltre le due estremità della curva circolare, per un tratto minimo pari a $R/10$, comunque non inferiore a 10 metri.

Anche per quanto riguarda i DSM, alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Qualora la Ditta appaltatrice abbia installato barriere di sicurezza stradale e DSM non conformi alla normativa vigente, e/o non rispondenti alle prescrizioni a seguito di accertamenti di laboratorio, la Ditta appaltatrice è tenuta a sostituire, nel minor tempo possibile e comunque non oltre la scadenza fissata dal Direttore dei Lavori, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste.

Si riportano di seguito le norme italiane ed europee che disciplinano le nuove installazioni di sistemi di ritenuta stradale:

1. "Nuove norme tecniche per le costruzioni" – D.M. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018.
2. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP. : Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
3. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 223 del 18/02/1992: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
4. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 6792 del 05/11/2001 «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»
5. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 2367 del 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
6. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25/08/2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
7. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 62032 del 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
8. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 80173 del 05/10/2010: "Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale".
9. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011: "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".
10. Decreto Legislativo n. 35 del 15/03/2011: "Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture".
11. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 23/12/2011: "Programma di formazione per i controllori della sicurezza stradale, ai sensi dell'art. 9 del Decreto Legislativo 15/03/2011 n. 35".

12. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 137 del 02/05/2012: "Linee Guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'art. 8 del Decreto Legislativo n. 35 del 15/03/2011".
13. Norma europea UNI EN 1317-4:2003: "Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza".
14. Norma europea UNI EN 1317-5:2008: "Barriere di sicurezza stradali. Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
15. Norma europea UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova".
16. Norma europea UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari".
17. Norma europea UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali. Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto".
18. Regolamento europeo N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.
19. Norma UNI CEN/TS 1317-8:2012 del 12 luglio 2012 che recepisce la Specifica Tecnica CEN/TS 1317-8 che determina le classi di prestazioni, modalità di prova e criteri di accettazione dei dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti.
20. Norma UNI CEN/TS 17342:2019 "Sistemi di ritenuta per motociclisti"
21. Norma europea UNI EN 1317-5:2012: "Barriere di sicurezza stradali. Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
22. Norma europea UNI CEN/TR 1317-6:2012 "Sistema di ritenuta pedonali"
23. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 01/04/2019: "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)".
24. Norma europea UNI EN 16303-2020: "Sistemi di ritenuta stradali. Processo di validazione e verifica per l'impiego di prove virtuali nelle prove d'urto sul sistema di ritenuta stradale".

Art. 12 Segnaletica orizzontale

Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996;

Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;

Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/97;

UNI EN 1436 del 1998 e successive modificazioni.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (dichiarazione di impegno).

Il Direttore dei lavori potrà chiedere, in qualsiasi momento all'Appaltatore la presentazione del "certificato di qualità", rilasciato da un laboratorio ufficiale, inerente alle caratteristiche principali della vernice impiegata.

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo, gli ordini, le istruzioni e le prescrizioni della Direzione Lavori. Le misure delle varie opere di segnaletica stradale orizzontale saranno quelle delle strade provinciali indicate in planimetria, quelle ordinate dalla Direzione Lavori o prescritte dal Regolamento di esecuzione del C.d.S.

b) Tutta la segnaletica orizzontale che forma oggetto del presente appalto, costituita da linee longitudinali, trasversali ed altri segni, dovrà essere ben visibile nelle ore diurne e nelle ore notturne se sottoposta alla luce dei fari degli autoveicoli. Verranno impiegate a tale scopo delle "VERNICI RIFRANGENTI" fornite dall'appaltatore. Tali vernici saranno di "TIPO PREMISCELATO" o "POST-SPRUZZATO" di colore previsto dal C.d.S. per segnalazioni stradali, dovranno essere applicate in modo uniforme e stabile e dovranno aderire perfettamente su ogni tipo di pavimentazione stradale: conglomerato bituminoso, calcestruzzo cementizio, ecc.

c) La vernice verrà posta in opera a spruzzo, con aerografi e con compressore d'aria, nella misura minima di kg. 1,0 per mq 1,20 di superficie.

d) Per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere impiegate delle macchine traccialinee idonee alla perfetta esecuzione delle linee di mezzzeria o delimitazioni laterali, dovranno avere le dimensioni ed un ingombro tale da non costituire intralcio alla circolazione stradale durante il corso dei lavori, dovranno essere munite degli appositi dispositivi luminosi di sicurezza ed i serbatoi sotto-pressione dovranno essere dotati del foglio di collaudo rilasciato dall'ISPESL. Ogni macchina traccialinee dovrà essere equipaggiata con una specifica pistola per lo spargimento delle perline su sbarramenti, passaggi pedonali e zebraure di isole. Non è consentito lo spargimento manuale delle perline. Per la formazione delle doppie linee di mezzerie o laterali, dovrà essere usata una macchina traccialinee attrezzata con il relativo gruppo dischi che consente la perfetta esecuzione di due righe contemporaneamente.

Macchine diverse, che a giudizio insindacabile della D.L. non fossero in grado di eseguire perfettamente i lavori richiesti, dovranno essere allontanate dal cantiere.

e) L'appaltatore prima di eseguire i lavori di segnaletica dovrà accertarsi che il manto stradale sia asciutto, pulito e cioè esente da ghiaino, sabbia, terriccio, polvere, ecc.

f) L'esecuzione della segnaletica orizzontale dovrà avvenire esclusivamente su superficie stradale perfettamente asciutta con una temperatura dell'aria non inferiore ai 10 gradi centigradi ed una umidità relativa non superiore al 70% (settanta per cento).

g) L'appaltatore dovrà garantire la perfetta efficienza della segnaletica per un periodo di mesi sei dalla data di esecuzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà provvedere, in caso di passaggio sulla vernice fresca di veicoli o altri soggetti o di errori di esecuzione, al ripristino a perfetta regola d'arte della segnaletica orizzontale ed alla cancellazione mediante macchina scarificatrice o diluente specifico, dei segni o delle tracce di vernice lasciate sul manto stradale.

i) Retroriflettenza

Allo scadere dei sei mesi dalla data di esecuzione dei lavori i valori di retroriflettenza della segnaletica orizzontale eseguita con vernici da post-spruzzatura non dovranno essere inferiori a 100 mcd m⁻² lx⁻¹ come previsto dalla norma europea UNI EN 1436 del maggio 1998. In caso di riscontro di valori inferiori alle norme, ad insindacabile giudizio della D.L., l'appaltatore provvederà al rifacimento della segnaletica orizzontale non conforme.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la produzione delle vernici formanti oggetto della presente del capitolato, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere della migliore qualità nelle rispettive loro specie e si intenderanno accettati solo quando, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, saranno riconosciuti conformi alle prescrizioni.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali forniti dovranno provenire da fabbriche, stabilimenti, depositi ecc. scelti ad esclusiva cura dell'appaltatore, il quale non potrà quindi accampare eccezione alcuna qualora in corso di fornitura dalle fabbriche e dagli stabilimenti prescelti i materiali venissero a mancare, ovvero non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti ed esso fosse quindi obbligato a ricorrere a diverse provenienze, intendendosi che anche in tali casi resteranno invariate le prescrizioni che si riferiscono alla qualità dei singoli materiali.

VERNICE SPARTITRAFFICO RIFRANGENTE DI TIPO PREMISCELATO

a) Proprietà delle vernici rifrangenti:

La vernice rifrangente deve essere del tipo premiscelato e cioè deve contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo la stesa, l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro dovuta all'usura dello strato superficiale, la segnaletica

orizzontale possa riflettere la luce proveniente dai fari dei veicoli. Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata.

Essa dovrà essere già pronta all'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

La vernice, salvo diversa indicazione nella scheda tecnica della vernice, fornita prima dell'inizio dei lavori,

Sui contenitori della vernice dovrà essere stampigliato il nome del produttore e dovrà essere applicata un'etichetta con la sigla "P.RE." per indicare che il prodotto è stato fabbricato in modo conforme a quanto richiesto da codesta Amministrazione.

Sull'etichetta oltre alla sigla "P.RE." dovrà essere indicato il numero di lotto e la data di produzione.

b) Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben manciata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice dovrà essere superiore a 1,4 mq/Kg con spessore di film umido di 380 micron; il suo peso specifico dovrà essere compreso fra 1,700 e 1,760 Kg/lt., a 25°C.

c) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno aver forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5÷5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 32 ed il 36%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

	Setaccio A.S.T.M	% in peso
Perline passanti per il setaccio	n. 70	100
Perline passanti per il setaccio	n. 140	15 – 55
Perline passanti per il setaccio	n. 230	0 – 10

d) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

e) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a Kg 0,120 per metro lineare di striscia larga cm 12, mentre per la striscia larga cm 15 non dovrà essere inferiore a Kg 0,150 e di Kg 1,00 per superfici variabili di mq 1,0 e 1,2. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 °C e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

f) Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo stormer viscosimeter a 25 °C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 90 e 95 (A.S.T.M. D 562). La vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

g) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

h) Residuo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 75% ed il 80% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

i) Contenuto di pigmento

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

l) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

m) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque) bpn.

n) Diluente

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. 245 del 6/3/1963 ovvero privo di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoiolo e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopracitata legge.

VERNICE SPARTITRAFFICO DA POST-SPRUZZATURA

a) Tipo di materiale e colore, provenienza ecc.

(vedi descrizione delle vernici premiscelate)

b) Peso specifico

Il peso specifico della vernice bianca e/o gialla potrà variare da 1,680 e 1,730 kg./lt. a 25° C.

Viscosità

(vedi descrizione delle vernici premiscelate)

d) Composizione

Vernice bianca:

biossido di titanio rutilo post-trattato	14 % p.p.
componenti inorganici	34 % p.p.
componenti organici (resine alchidiche, additivi, clorocaucciù, plastificanti)	18 % p.p.
solventi	22 % p.p.
microsfere di vetro da premiscelare	12 % p.p.

Vernice gialla:

cromato basico di piombo	10 % p.p.
componenti inorganici	34 % p.p.
componenti organici (resine alchidiche, additivi, clorocaucciù, plastificanti)	17 % p.p.
solventi	21 % p.p.
microsfere di vetro da premiscelare	18 % p.p.

e) Caratteristiche delle perline di vetro da premiscelare

(vedi descrizione precedente)

f) Caratteristiche delle perline di vetro da post-spruzzatura

Le perline di vetro da post-spruzzare dovranno essere incolore, esenti da bolle d'aria, avere un indice di rifrazione non inferiore ad 1,50 usando per la determinazione il metodo delle immersione con lampade al tungsteno ed inoltre dovranno avere la seguente granulometria con la serie di setacci A.S.T.M.:

Passanti	attraverso	il setaccio A.S.T.M.	n. 630	90 - 100 %
"	"	"	n. 500	60 - 90 %
"	"	"	n. 315	25 - 50 %
"	"	"	n. 250	0 - 25 %
"	"	"	n. 125	0 - 5 %

g) Essiccazione

La vernice applicata in spessori di 375 micron di film umido dovrà essicare in 30' c.a. a temperature superiori a 15° C e con umidità inferiori al 70 %, trascorso tale periodo di tempo il film di vernice non dovrà staccarsi né annerire sottoposto al passaggio degli autoveicoli.

h) Solventi e diluenti

I solventi dovranno essere conformi alle norme vigenti ed inoltre, come previsto dalla legge n. 245 del 05.03.1963, dovranno essere esenti da benzene ed avere un contenuto in toluene e xilene inferiore al 45 % p.p.

i) Resa

La resa delle vernici non dovrà essere inferiore a 1,5 mq. per kg.

l) Resistenza

La vernice dovrà avere buona resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici, all'azione dei cloruri di sodio, calcio, magnesio, carburanti ed olii.

La rinfrangenza dovrà essere costante fino a completa consumazione. La vernice dovrà essere idonea all'applicazione su tutti i tipi di pavimentazione e non dovrà causare fenomeni di sanguinamento se applicata su conglomerati bituminosi, e ancorare ottimamente sui vari supporti con assenza di rimozione sui fondi bituminosi.

m) Modalità d'uso

La vernice dovrà essere applicata a spruzzo ad una pressione di circa 4 atm. previa diluizione con il 5 % max del diluente per vernici spartitraffico. Sopra il film bagnato si applicheranno circa 30 gr. di microsfere da spolvero per ogni ml di riga da cm 12 o cm 15 di larghezza.

VERNICE IN MATERIALE ELASTOPLASTICO

Tutti i segnali orizzontali devono essere rigorosamente conformi nei tipi, colori e dimensioni alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. del 01.12.1994 n° 495.

Il materiale in oggetto del presente capitolato dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e di microsfere in vetro con caratteristiche di rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsfere in vetro, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

Il laminato elastoplastico autoadesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

a) Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 45 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

b) Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori iniziali (valori medi) di retroriflettenza nei quali la luminanza specifica (SL) è espressa in millicandele per metro quadrato per lux incidente (mcd/lux * mq.).

L'angolo di osservazione sarà 2,29° e l'angolo di illuminazione sarà di 1,24°.

	COLORE BIANCO	COLORE GIALLO
angolo di osservazione	2,29°	2,29°
SL (mcd/lux * mq.)	800	700

Ai sensi dell'articolo 14 del D.L. 358/92, lettera e, dell'articolo 9 del D.P.R. 573 del 18.04.1994, allo scopo di garantire la costanza delle caratteristiche richieste dal presente Capitolato, il materiale offerto dovrà essere prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo norme UNI/EN 29000.

Le Ditte concorrenti dovranno presentare copia della certificazione di qualità, come richiesto dal presente Capitolato.

Le Ditte concorrenti dovranno inoltre presentare, a garanzia della conformità dei materiali alle presenti norme, su richiesta della D.L. campioni rappresentativi dei prodotti che verranno forniti nonchè i certificati ufficiali di analisi, o copia fotostatica rilasciata da riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, attestanti la rispondenza dei prodotti stessi a requisiti di antiscivolosità e rifrangenza di cui al presente Capitolato. Il suddetto certificato dovrà chiaramente riportare il nome specifico del prodotto sottoposto all'analisi e alle prove.

METODOLOGIE DI APPLICAZIONE

INLAY (PER APPLICAZIONI AD INCASSO PIÙ DURATURE NEL TEMPO)

L'applicazione con il metodo Inlay è possibile solo su asfalto appena posato e ancora caldo con uno spessore consolidato maggiore di 2,5 cm. Le fasi principali del processo sono le seguenti:

la pavimentatrice stradale posa l'asfalto.

Il rullo compressore completa la prima compattazione.

Una volta che l'asfalto si è solidificato e si è raffreddato si può provvedere alla seguente fase di pre-tracciamento.

Dopo il pre-tracciamento segue la posa del materiale elastoplastico che può essere fatta a mano o con una macchina applicatrice; non si deve usare nessun primer.

Infine, il rullo compressore pressa la Pellicola sulla superficie stradale in modo tale da farne un corpo unico con l'asfalto.

La strada deve essere aperta al traffico il prima possibile, non appena l'asfalto si è raffreddato e ha raggiunto la necessaria stabilizzazione per il traffico stesso.

OVERLAY (PER APPLICAZIONI SU PAVIMENTAZIONI ESISTENTI)

Tutte le applicazioni secondo questo metodo devono essere effettuate in accordo con le seguenti prescrizioni:

la temperatura della pavimentazione non deve assolutamente essere inferiore ai 15° C, inoltre l'asfalto deve essere asciutto e pulito. Oli, grassi, polvere e ogni tipo di sporcizia devono essere rimossi e non deve piovere almeno 24 ore prima dell'applicazione.

Il primer va steso sulla sola pavimentazione, a rullo o a macchina, resa 0,25 l/mq., allo scopo di preparare la superficie stradale prima dell'applicazione della pellicola autoadesiva. La pellicola non deve essere applicata prima che il primer non sia asciutto (asciutto al tatto, ovvero, toccandolo non deve fare il filo). In riferimento a ciò, diamo alcuni dati significativi sul tempo di attesa che mediamente è necessario aspettare prima che il Primer sia pronto:

se la temperatura è circa 10° C, in condizioni di nebbia e con una superficie stradale abbastanza rugosa, bisogna attendere almeno 5 min. perchè il Primer sia pronto.

in condizioni "ideali", 25° C, 50% di umidità relativa e superficie stradale liscia, bisogna attendere 2 min.

Terminata la stesa del laminato, in qualsiasi situazione applicativa, è assolutamente necessario rullare il materiale sulla pavimentazione. Questa operazione è molto importante ed è una delle chiavi per il successo dell'applicazione poichè è fondamentale conformare la pellicola alla pavimentazione rullando almeno 3 volte nel senso della posa.

Nel caso venisse accertato un quantitativo di vernice con caratteristiche riscontrate dalle prove di laboratorio non rispondenti a quelle elencate nel Capitolato Speciale - Tecnico, verranno applicate, senza alcuna altra formalità a titolo di penale, le seguenti detrazioni percentuali sui prezzi di perizia dei suddetti quantitativi:

VERNICE SPARTITRAFFICO GIALLA E BIANCA RIFRANGENTE

Sostanze volatili: per ogni cento in più, rispetto al max, una detrazione del 2%.

Contenuto in perline di vetro: per ogni cento in meno una detrazione del 3%.

Contenuto di resina secca o legante: per ogni per cento in meno una detrazione del 10%.

Contenuto di biossido di titanio o cromato di piombo: per ogni per cento in meno una detrazione del 5%.

Se l'indice di rifrazione per le perline è inferiore a 1,50% verrà applicata una detrazione del 3%.

Tali detrazioni saranno applicate sulle quantità di lavoro effettuate dall'inizio dei lavori o dal precedente controllo se ha avuto buon esito.

L'appaltatore dovrà garantire la perfetta efficienza della segnaletica per un periodo di mesi sei dalla data di esecuzione dei lavori. In caso contrario verrà imposto il rifacimento dell'intero tratto interessato.

Art. 13 Segnaletica verticale

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione, dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

PELLICOLE

1) Generalità

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

1.1 Disciplinare Tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31.3.1995.

1.2 Certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UN1 EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia.

1.3 Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

1.4 Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

ACCERTAMENTO DEI LIVELLI DI QUALITA'

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.A. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei Trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;
- Laboratorio prove materiali della Società Autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri Stati membri della Comunità Europea;

- Altri laboratori accreditati SINAL per le prove previste dal disciplinare tecnico 31/3/1995.

I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformità delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

DEFINIZIONI

Pellicola di classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella II del paragrafo 13.4.2.1 e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

Pellicola di classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III del paragrafo 13.4.2.1 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

Pellicole sperimentali

Come per la pellicola di classe 2, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale).

Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti da usare per la realizzazione dei lavori oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Min.LL.PP del 31.03.1995 e dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

Pellicole stampate

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

Pellicole di tipo A

Pellicole retroriflettenti termoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

Pellicole di tipo B

Pellicole retroriflettenti autoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

Limite colorimetrico

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

Fattore di luminanza

Rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

Coefficiente areico di intensità luminosa

Quoziente che si ottiene dividendo l'intensità luminosa del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area. (Unità di misura: $\text{cd/lux} \times \text{m}^2$)

Angolo di divergenza

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

Angolo di illuminazione

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE FOTOMETRICHE E METODOLOGIE DI MISURA

Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

Prescrizioni

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto.

Metodologia di prova

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 13.5.5, 13.5.6, 13.5.8, 13.5.9 e 5.10.

Coefficiente areico di intensità luminosa

Prescrizioni

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tab. III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

TAB. II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/ -1 m/ -2)						
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCI O	MARRON E
12'	5°	70	50	14.5	9	4	25	1.0
	30°	30	22	6	3.5	1.7	10	0.3
	40°	10	7	2	1.5	0.5	2.2	0.1
20'	5°	50	35	10	7	2	20	0.6
	30°	24	16	4	3	1	8	0.2
	40°	9	6	1.8	1.2	0.1	2.2	0.1
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.1	1.2	0.1
	30°	2.5	1.5	0.5	0.3	0.1	0.5	0.1
	40°	1.5	1.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1

TAB. III - Pellicole di Classe 2 a normale risposta luminosa

ANGOLI	VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/-1 m/ -2)							
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	250	170	45	45	20	100	12
	30°	150	100	25	25	11	60	8.5
	40°	110	70	15	12	8	29	5
20'	5°	180	120	25	21	14	65	8
	30°	100	70	14	12	8	40	5
	40°	95	60	13	11	7	20	3
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.2	1.5	0.2
	30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.1	1.0	0.1
	40°	1.5	1.0	0.3	0.2	0.1	1.0	0.1

Condizioni di prova

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A(2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione $d/2$;
- la misura dell'illuminamento E/i in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: $= E_r \cdot d$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 13.5.5, 13.5.6, 13.5.8, 13.5.9 e 13.5.10.

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE E METODOLOGICHE DL PROVA

Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 ± 2 gradi C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa.

Spessore, incluso l'adesivo

Prescrizioni

Classe 1 non superiore a mm. 0,25

Classe 2 non superiore a mm. 0,30

Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore È stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro.

La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

Adesività

Prescrizioni

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distaccamento per il periodo di vita utile della pellicola.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm. 20x40.

Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 13.5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola;

Flessibilità

Prescrizioni

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

Metodologie di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

Prescrizioni

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi).

Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova.

L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50

Resistenza alla nebbia salina

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm.90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 13.5.1, li si sottopone all'azione della nebbia salma, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCL in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 ± 2 gradi C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza all'impatto

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 13.5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100.

Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

Resistenza al calore

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella II; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm. 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 13.5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di $70^\circ \pm 3^\circ$ per 24 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza al freddo

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella II; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe I;

80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Resistenza ai carburanti

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60x120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 13.5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isotano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

Metodologie di prova

La prova si esegue come indicato al punto 5.10.2 utilizzando però normali saponi e detergenti neutri disponibili in commercio. Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Caratteristiche del contrassegno di individuazione

Prescrizioni

Il contrassegno di individuazione di cui al paragrafo 13.5 deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

Metodologie di prova

Verifica della inasportabilità

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione.

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico.

Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, di cui al paragrafo 13.5.5., il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

A) INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

6.1 I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

B) SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e della spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai 5 metri quadrati di superficie.

- Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzata lungo il suo perimetro da una bardatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- Traverse intelaiature

Dove necessario sono prescritte per, cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacchi a morsetta per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per, singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni. La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salmi protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fonderia e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetica.

C) ATTACCHI

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro

di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

D) SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

E) SOSTEGNI A PORTALE

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavallette saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora.

I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritta, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di cm. 550.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

F) FONDAZIONI E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposita basamento delle dimensioni minime di cm. 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipa 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentata per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusiva carica e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Art. 14 Segnaletica complementare

14.1 Delineatori stradali

Generalita'

I segnalimiti a delineatori stradali debbano avere i requisiti stabiliti nell'articolo 172 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvata con D.P.R. 16.12.1992 n.495.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero dei LL.PP.

I segnalimiti devono, inoltre, portare impresso in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione ed il marchio di fabbrica a il nominativo della Ditta.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti devono essere distanziati, seconda quanta indicata al richiamato Art. 172 del regolamento.

I segnalimiti devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, si precisa che essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- caratteristiche ottiche stabili nel tempo;
- calare definita da norme unificate sulla base di coordinate tricromatiche;
- fissaggio stabile dell'inserito al supporto.

Forma - Dimensioni - Colori

Indipendentemente dalla natura del materiale con cui sono prodotti, i segnalimiti da collocare ai margini delle strade statali ed autostrade dovranno essere conformi alle disposizioni di cui all'Art. 172 e 173 del Regolamento di attuazione 16.12.92 n.495 e successive modifiche.

Nel caso in cui il delineatore debba essere posto in opera, la sommità del medesimo dovrà risultare a cm. 70 al di sopra della quota della banchina stradale.

Allo scopo di realizzare la flessibilità del delineatore, potranno essere adottati, nella sezione orizzontale in corrispondenza del piano della banchina accorgimenti particolari consistenti o nella creazione di sezioni di minore resistenza ovvero nell'inserimento di particolari materiali nel corpo del delineatore.

In attesa della pubblicazione del progetto di normativa europea pr EN 12899-3 si applicano i requisiti che seguono.

Per i segnalimiti prodotti con materiali di natura plastica, si prescrive che le pareti del manufatto abbiano in ogni punto spessore inferiore a mm. 2 (due), che il segnalimite sia costituito da

polimero della migliore qualità e precisamente da polietilene ad alta intensità, di colore bianco, con un tenore di biossido di titanio (TiO₂) almeno del 2%.

I dispositivi riflettenti impiegati nei segnalimiti dovranno essere prodotti con metacrilato di metile od analoghi materiali ed aventi le caratteristiche indicate dall'art.172 del Regolamento.

14.2 Coni h = 50 cm.

Generalità

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Forma

L'altezza dei coni dovrà essere di norma di 50 +/- 2 cm. con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altra senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovrà essere superiore a 2,0 kg.

Per condizioni d'uso particolari dovrà essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

14.3 Occhi di gatto

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente della stessa colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento Art. 153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissata al fonda stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A
- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;
- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN 1463-1)

- classificazione: tipo 3A
- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati.

Colore:

a) colore dell'inserito rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;

b) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

14.5 Dispositivo per la riflettorizzazione degli alberi

Generalita'

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti a bordo strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori ROSSO e BIANCO, ovvero GIALLO sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permetterà una totale compatibilità ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilità del dispositivo e la elasticità necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sarà dotato di fori in corrispondenza degli spigoli.

Il bloccaggio della cinghia elastico sarà garantito da apposite fascette in materiale plastico.

Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

- Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm., dovrà essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm. Con durezza minima pari a 70 shore.
- La cinghia elastica in gomma dovrà avere un diametro di 6 mm., dovrà essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovrà resistere a temperature da -30 gradi C a +85 gradi C con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.
- Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterno.
- L'inserito rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm. sarà in classe 2 di cui al punto 3.2a (pellicole sperimentali).

Per ottenere un'efficienza ottimale dalla particolare applicazione del suddetto dispositivo, la pellicola retroriflettente dovrà possedere una grande angolarità superiore.

La suddetta pellicola retroriflettente, oltre a rispondere alle specifiche riportate nel capitolato tecnico, dovrà avere una resistenza all'abrasione ASTM 4060-84 con mole abrasiva e carica applicato di 500 g. $\leq 3,2$ mg ed una resistenza ad imbutitura dinamica (urta) ASTM D 2794 - 93 $\Rightarrow 85$ Kg/cm.

14.4 Dissuasore elettronico di velocità

Il dissuasore elettronico di velocità oggetto della fornitura è un pannello a messaggio variabile ad elevatissima visibilità, in grado di segnalare ai guidatori dei veicoli che sopraggiungono la loro velocità in tempo reale.

Il pannello deve essere composto da una parte fissa e da un display con visualizzazione a 3 caratteri numerici variabili in funzione della velocità rilevata. La parte frontale fissa deve essere rivestita con pellicola bianca riflettente ad altissima rifrangenza, con la possibilità di inserire scritte su due linee di caratteri personalizzabili in funzione del particolare uso del segnale.

La parte frontale del pannello deve essere antiriflesso, resistente ai raggi solari ultravioletti e realizzata in policarbonato ad alta resistenza agli urti e agli atti di vandalismo.

Il display deve essere composto da una matrice di pixel; ogni pixel deve essere composto da una paletta mobile (pannello riflettente) ad azionamento magnetico e da un led ad alta efficienza luminosa.

La paletta deve essere rivestita con pellicola fluororifrangente giallo verde ad altissima rifrangenza, con valore del fattore di luminanza superiore a 0,60.

I leds che compongono la matrice di pixel devono avere un'intensità luminosa almeno pari a 1,4 candele, con angolo di visibilità di 22 gradi con intensità luminosa della matrice controllata automaticamente tramite una fotocellula in modo da poter ottenere diverse intensità luminose. La componente fluorescente giallo/verde del foglio riflettente di ogni pixel deve permettere un angolo di visione di 160 gradi durante le ore diurne e di 30 gradi durante le ore notturne mentre il

coefficiente di retroriflessione deve essere almeno di 8 cd/lx/metro quadro, con un angolo di incidenza di 45 gradi da parte delle luci provenienti dai fari delle macchine in avvicinamento.

La pellicola fluororifrangente giallo verde deve avere una vita utile minima di 10 anni.

Il display deve essere composto da un singolo modulo con visualizzazione di 3 caratteri numerici.

Logica di funzionamento del display

Ore diurne: solo palette fluorescenti ed indicazione lampeggiante dei leds in caso di superamento della velocità massima consentita

Ore notturne: palette fluororifrangenti + leds sempre accesi che diventano lampeggianti in caso di superamento della velocità massima.

Alimentazione elettrica

Il dispositivo deve poter operare con qualsiasi tensione compresa tra 80v e 260v corrente alternata (frequenza compresa tra 50 hz e 60 hz) e deve poter essere collegabile alla rete di alimentazione dell'illuminazione pubblica.

Logica di controllo

Il dispositivo deve essere in grado di acquisire i segnali provenienti dal dispositivo radar installato al suo interno ad effetto doppler e convertirli in segnali elettrici in grado di gestire il display a cifre numeriche per visualizzare in tempo reale i km/h del veicolo in avvicinamento al dispositivo. La logica di controllo deve poter essere programmata localmente attraverso comandi a chiave, per accendere /spegnere il dispositivo, per poter programmare la massima velocità da indicare al fine di scoraggiare tentativi di raggiungimento di velocità elevate e inoltre la velocità oltre la quale i leds devono lampeggiare.

Il dispositivo in oggetto deve essere certificato CE.

Art. 15 Movimenti di terre - scavi in genere

Gli scavi occorrenti per la formazione dei basamenti di fondazione saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori che si svolgono lo richiedano, l'impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sui terreni da scavare.

Dovrà essere usata ogni cura nel risagomare i fossi, sistemare le banchine, riconfigurare le scarpate che venissero manomesse, durante i lavori di esecuzione delle fondazioni dei segnali, eventualmente anche con apporto di nuovo materiale arido.

Tali oneri si intendono compensati con prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

15.1 Scavi di sbancamento

Lo scavo generale di sbancamento, per la rimozione dello strato di terreno vegetale, compreso lo scoticamento del terreno superficiale con asporto del manto erboso per lo spessore di cm.20 circa, deve essere effettuato sino al raggiungimento della quota stabilita nella tavola dei piani quotati (di campagna e di progetto), per spessori comunque non inferiori a 55 cm se trattasi di pavimentazione in trincea e non inferiori a 20 cm se trattasi di pavimentazione in rilevato, e comunque tale da consentire la realizzazione di un cassonetto minimo di 55 cm di spessore. È compresa l'eliminazione di eventuali trovanti, fondazioni, ceppaie e qualsiasi materiale soggiacente che possa pregiudicare la tenuta del successivo rilevato e della soprastante pavimentazione, nonché il livellamento e la compattazione fino a raggiungere un modulo di compressione non inferiore a 15 MPa. Qualora la superficie di scavo non dia valori di resistenza maggiori o uguali a 15 Mpa (verifica da effettuarsi a cura dell'impresa mediante l'esecuzione di prove di carico) è necessario procedere in accordo con la DL ed il geologo ad un intervento atto a migliorare le caratteristiche di portata, che in funzione delle diverse situazioni può orientarsi come segue:

- aiuto nella ripartizione dei carichi (p.es. attraverso la posa di un geotessile);
- consolidamento (p.es. attraverso il trattamento di uno strato di terreno con calce e/o cemento);

- approfondimento della profondità di scavo (p.es. per intercettare strati di terreno maggiormente portanti o semplicemente per incrementare lo spessore del cassonetto e/o del sottofondo di riempimento).

Lo sbancamento deve essere eseguito ad opera d'arte anche per quanto concerne eventuali aggettamenti delle acque le eventuali puntellature e sbadacchiature delle pareti di scavo.

15.2 Scavi di fondazione

Lo scavo in sezione ristretta viene utilizzato per la formazione di sottofondazioni, fondazioni continue, plinti, posa tubazioni, sistemazioni esterne, a qualsiasi profondità dal piano campagna, ed è in genere eseguito con mezzi meccanici e comprende oneri per:

sbadacchiature di qualsiasi entità;

l'aggettamento ed il prosciugamento di acque meteoriche, sorgive o stagnanti con qualsiasi mezzo con la sola esclusione dell'impianto "well point";

lo scotico del terreno di coltura per profondità necessaria compresa la rimozione di ceppaie ed arbusti;

il livellamento del piano finale di scavo, compresa la sagomatura di eventuali scarpate secondo le quote di progetto;

l'onere per indagare sulla presenza e del rispetto di eventuali opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere quali condutture, cavi elettrici o telefonici, ecc., nonché opere d'arte o di interesse archeologico;

l'eventuale rimozione di tubazioni, pozzetti e sottoservizi in genere da non conservare;

l'onere di deposito e della sistemazione anche in rilevato, all'interno dell'area del cantiere o in altra area reperita dal Committente, del materiale che lo stesso intende trattenere a sua disposizione;

l'onere della movimentazione dei materiali di scavo, sempre nell'ambito del cantiere, per riempimenti di buche, vani di scavo o formazione di rilevati, piani inclinati o altra lavorazione compreso l'onere del livellamento anche per modesti spessori secondo le indicazioni della DL;

il trasporto a discarica autorizzata posta a qualsiasi distanza, di tutti i materiali non riutilizzabili o non ritenuti di interesse del Committente.

Art. 16 Conglomerati cementizi semplici ed armati

Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di marcatura CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla DoP e marcatura CE.

Il Direttore dei Lavori verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo CPR 305/2011.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);

il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;

non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

AGGREGATI DI RICICLO

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti da processi di riciclo. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti definiti al par. 11.2.9.2 del DM 17/01/2018 - NTC2018, a condizione che la miscela venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata dalla Direzione Lavori.

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma uni en 934 (parti 2, 3, 4, 5). È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione:

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

16.1 Caratteristiche del calcestruzzo

Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'Appaltatore (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(a_{aggr}) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione disaturo a superficie asciutta);

(a_{add}) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le

aggiunte minerali in forma di slurry;

(a_m) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

- c => dosaggio per m³ di impasto di cemento;
- cv => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;
- fs => dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;
- K_{cv} ; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104.

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della

resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo mediante:

Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

In generale per le strutture in elevazione non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'Appaltatore responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);

- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- DMAX dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare (ritenuta eseguita con l'acquisizione dei FPC dei centri di produzione), che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 17/01/2018 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Il caso 2) è trattato dal D.M. 17/01/2018 al punto 11.2.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente.

La Direzione Lavori si accerterà che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

16.1.1 Posa in opera del calcestruzzo

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei $+5^{\circ}\text{C}$ se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33°C .

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori ad immersione; l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'Appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

la permanenza entro casseri del conglomerato;

l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);

l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;

la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'Appaltatore, previa informazione alla Direzione Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

16.1.2 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori provvederà a prescrivere i controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

controllo di tipo A;

controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a “bocca di betoniera” (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 Prelievo dei campioni) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione Lavori o di un suo incaricato.

In particolare, i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- Identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
- Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- Data e ora di confezionamento dei provini;

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento.

Le prove di schiacciamento dovranno essere effettuate entro i termini specificati al par. 11.2.5.3. del DM 17/01/2018 – NTC2018.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018.

Prove di carico

L'Appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla Direzione Lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

Art. 17 Casseforme per armature.

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

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

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.

In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

Art. 18 Acciai.

18.1 Acciai per cemento armato

Generalità

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 40\text{mm}$), rotoli tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 16\text{mm}$);
- reti elettrosaldate ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C.

Questi prodotti devono rispondere alle caratteristiche richieste dal D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE). L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, il marchio indelebile che

lo rende riconoscibile e riconducibile allo stabilimento di produzione.

Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni specificate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

Tab. 11.3.II – Massimo contenuto di elementi chimici in %

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C _{eq}	0,52	0,50

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

Proprietà	Valore caratteristico
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq 540 \alpha$
f_t/f_y	$\geq 1,15 \beta$ $\leq 1,35 \beta$
A_{gt} (%)	$\geq 7,5 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$
α valore caratteristico con $p = 0,95$	
β valore caratteristico con $p = 0,90$	

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{max} sarà 270 N/mm² (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm² per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3Hz, con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione max. di trazione/compressione come riportato nella seguente tabella:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	LUNGHEZZA LIBERA	DEFORMAZIONE (%)
$D \leq 16$	5 D	± 4
$16 < 25$	10 D	$\pm 2,5$
$25 \leq D$	15 D	$\pm 1,5$

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018, come riportato nella tabella seguente:

Diametro nominale (mm)	Da 5 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	$\pm 4,5$

Aderenza e geometria superficiale

prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 17/01/2018. Le tensioni di aderenza devono essere misurate in accordo a quanto riportato nel D.M. 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale.

Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate al punto 11.3.2.11 del D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 17/01/2018.

Inoltre, può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli “Attestati di Qualificazione” dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel punto 11.3.2.10.4 del D.M. 17/01/2018.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente D.M., riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento, come riportato nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore Limite	Note
<i>f_y minimo</i>	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
<i>f_y massimo</i>	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
<i>Agt minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < f _t /f _y < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n°380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini e maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100x100cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Lavorazione in cantiere – Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 \varnothing
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 \varnothing

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

18.2 Acciai per strutture metalliche

Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati) recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di

valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1. Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del § 11.1 e si applica la procedura di cui ai §11.3.1.2 e § 11.3.4.11.1.

La norma UNI EN 10025 è richiamata esplicitamente dalla UNI EN 1090-2 e dalla norma italiana vigente ed i relativi parametri meccanici di resistenza sono in accordo con gli analoghi valori esposti nel prospetto 3.1 della norma europea EN1993-1-1. Di seguito si riportano gli estratti:

- (prospetto 3.1) della norma europea EN1993-1-1
- Tabella 7 della norma UNI EN10025
- Estratto della norma UNI EN10210
- Estratto della norma UNI EN10219

Table 3.1: Nominal values of yield strength f_y and ultimate tensile strength f_u for hot rolled structural steel

Standard and steel grade	Nominal thickness of the element t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

ESTRATTO DELLA NORMA UNI EN 1993-1-1

Table 7 - Mechanical properties at ambient temperature for flat and long products of steel grades and qualities with values for the impact strength

Designation	Minimum yield strength $R_{p0.2}$ ^a MPa ^b										Tensile strength R_m ^a MPa ^b				
	Nominal thickness mm										Nominal thickness mm				
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^c	> 400 ^c	< 3	≥ 3 ≤ 100	≥ 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^c
According EN 10027-1 and CR 10260															
S235JR	235	225	215	215	215	195	185	175	-	-	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	-
S235J0	235	225	215	215	215	195	185	175	-	-	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	-
S235J2	235	225	215	215	215	195	185	175	165	165	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	330 to 480
S275JR	275	265	255	245	235	225	215	205	-	-	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	-
S275J0	275	265	255	245	235	225	215	205	-	-	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	-
S275J2	275	265	255	245	235	225	215	205	195	195	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	380 to 540
S355JR	355	345	335	325	315	295	285	275	-	-	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	-
S355J0	355	345	335	325	315	295	285	275	-	-	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	-
S355J2	355	345	335	325	315	295	285	275	265	265	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	450 to 600
S355K2	355	345	335	325	315	295	285	275	265	265	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	450 to 600
S450J0 ^d	450	430	410	390	380	360	-	-	-	-	-	550 to 720	530 to 700	-	-

^a For plate, strip and wide flats with widths ≥ 600 mm the direction transverse (t) to the rolling direction applies. For all other products the values apply for the direction parallel (l) to the rolling direction.

^b 1 MPa = 1 N/mm².

^c The values apply to flat products.

^d Applicable for long products only.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI PROFILATI E DEI PIATTI IN ACCIAIO PER IMPIEGHI STRUTTURALI ESTRATTO DALLA NORMA UNI EN 10025

Designazione		Carico unitario di snervamento minimo R_{eH} in N/mm ²			Resistenza a trazione R_m in N/mm ²		Allungamento percentuale minimo $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$				Caratteristiche di resilienza	
Secondo EN 10027-1 ed IC 10	Secondo EN 10027-2	Spessore nominale in mm			Spessore nominale in mm		Longitudinale		Trasversale		Temperatura di prova °C	Valore medio minimo di resilienza (J) per provette unificate ²⁾
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 65	< 3	≥ 3 ≤ 65	Spessore nominale in mm					
							≤ 40	> 40 ≤ 65	≤ 40	> 40 ≤ 65		
S235JRH ¹⁾	1.0039	235	225	215	360 - 510	340 - 470	26	25	24	23	20	27
S275J0H ¹⁾	1.0149	275	265	255	430 - 580	410 - 560	22	21	20	19	0	27
S275J2H ¹⁾	1.0138	275	265	255	430 - 580	410 - 560	22	21	20	19	- 20	27
S355J0H ¹⁾	1.0547	355	345	335	510 - 680	490 - 630	22	21	20	19	0	27
S355J2H	1.0576	355	345	335	510 - 680	490 - 630	22	21	20	19	- 20	27

1) Le caratteristiche di resilienza sono controllate soltanto qualora ciò sia stato specificato all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine, per prodotti forniti con controllo specifico.

2) Per le caratteristiche di resilienza di provette a sezione ridotta, vedere 6.6.2.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER I PROFILATI CAVI DI ACCIAIO NON LEGATO PER IMPIEGHI STRUTTURALI
ESTRATTO DALLA NORMA UNI EN 10210

prospetto A.3 Caratteristiche meccaniche dei profilati cavi di acciai non legati con spessori minori o uguali a 40 mm¹⁾

Designazione dell'acciaio		Carico unitario minimo di snervamento R_{eH} in N/mm ²		Resistenza a trazione R_m N/mm ²		Allungamento minimo % ($L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$)	Caratteristiche di resilienza	
Secondo la EN 10027-1 ed il CR 10260	Secondo la EN 10027-2	Spessore nominale in mm		Spessore nominale in mm		Spessore nominale in mm	Temperatura di prova °C	Resilienza media minima (J) per provette unificate ⁵⁾
		≤ 16	> 16 ≤ 40	< 3	≥ 3 ≤ 40	≤ 40		
S235JRH ²⁾	1.0039	235	225	360-510	340-470	24	20	27
S275J0H ²⁾	1.0149	275	265	430-580	410-560	20	0	27
S275J2H	1.0138						- 20	27
S355J0H ²⁾	1.0547	355	345	510-680	490-630	20	0	27
S355J2H	1.0576						- 20	27

1) Per spessori maggiori di 24 mm sono disponibili soltanto profilati cavi a sezione circolare.
2) Le caratteristiche di resilienza sono verificate soltanto qualora tale verifica sia stata specificata all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine, per i prodotti forniti con controlli e prove specifici.
3) Per dimensioni del profilato ≤ 60 mm × 60 mm e per i profilati aventi sezione circolare e rettangolare equivalenti il valore minimo di allungamento è pari al 17% per tutti gli spessori.
4) Per spessori minori di 3 mm deve essere utilizzata una lunghezza tra i riferimenti di 80 mm o di 50 mm (vedere 8.2.3.1); i valori di allungamento percentuale da ottenere devono essere concordati tra il committente ed il fabbricante all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine (vedere 9.2.1).
5) Per le caratteristiche di resilienza relative a provette a sezione ridotta vedere 6.7.2.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER I PROFILATI CAVI DI ACCIAIO NON LEGATO PER IMPIEGHI STRUTTURALI
ESTRATTO DALLA NORMA UNI EN 10219

L'esecuzione della carpenteria metallica deve essere eseguita in accordo alla norma UNI EN 1090-1 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali". La norma prevede l'obbligo della marcatura CE dei prodotti di carpenteria metallica (acciaio ed alluminio) ad uso strutturale. In particolare, i prodotti e i materiali impiegati nelle costruzioni devono essere oggetto di controlli lungo tutta la filiera dei soggetti coinvolti. Il Regolamento UE 305/2011 stabilisce la disciplina europea della qualificazione dei prodotti e materiali da costruzione (marcatura CE). Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) definiscono i requisiti dei prodotti e materiali da costruzione e stabiliscono le verifiche e i controlli che devono essere eseguiti dai diversi soggetti nel corso di un'opera. Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_y e di rottura f_t – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto. Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1 e UNI EN 10045-1.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alla norma italiana vigente e alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle precedentemente esposte.

Processo di saldatura e qualifica dei saldatori

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalla normativa tecnica vigente.

In particolare, al paragrafo 11.3.4.5 (Processo di saldatura) è prescritto che la saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

Nello stesso paragrafo 11.3.4.5 (Processo di saldatura) è prescritto anche che i saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2019 "Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai" da parte di un ente terzo. A deroga di quanto

richiesto in tale norma, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013 “Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura e dei preparatori di saldatura per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici”, versione ufficiale della norma europea EN ISO 14732. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017 “Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel”.

Nel paragrafo 11.3.4.5 (Processo di saldatura) è prescritto anche che le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma UNI EN ISO 14555:2017. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

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

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009 e UNI EN 1011- 2:2005 per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

Procedendo nelle prescrizioni del capitolo 11.3.4.5 della normativa tecnica vigente si evidenzia quanto segue.

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

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 (parti 2, 3 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità.

Questo tipo di certificazione riguarda i “Requisiti di qualità per la saldatura di fusione dei materiali metallici” e si applica alla realizzazione sia in officina sia in cantiere. I requisiti imposti dalla UNI EN ISO 3834 sono maggiori per le certificazioni della parte 2 e diminuiscono per quelli della parte 3 e 4. Tali requisiti sono riassunti nella tabella che segue.

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

Esistono tre (3) livelli di certificazione:

- elementare (parte 4 della norma)
- normale (parte 3 della norma)
- esteso (parte 2 della norma)

La UNI EN ISO 3834 certifica l'Azienda (officina di carpenteria) che svolge le operazioni di saldatura.

La norma NTC richiede sia nominato un "Coordinatore della saldatura".

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

TIPI DI AZIONE SULLE STRUTTURE SOGGETTE A FATICA IN MODO PIU' O MENO SIGNIFICATIVO

Bulloni

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

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

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

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

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 della norma tecnica vigente in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.

In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come in tabella 11.3.XIII.a della norma tecnica vigente.

Tab. 11.3.XIII.a			
Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		

CLASSI DI APPARTENENZA DI VITI E DADI

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente Tab. 11.3.XIII.a sono riportate nella seguente Tab. 11.3.XIII.b:

Tab. 11.3.XIII.b							
Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella seguente (viti e dadi) in accordo alla norma tecnica vigente

Tab. 11.3.XIV						
Sistema	Viti		Dadi		Rondelle	
	Classe di resistenza	Riferimento	Classe di resistenza	Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9	UNI EN 14399-3	10	UNI EN 14399-3		
HV	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4		

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 e parti successive e recare la relativa marcatura CE.

Controlli in stabilimento

Le procedure di cui ai seguenti si applicano soltanto ai prodotti per cui sia applicabile il punto B di cui al §11.1 della normativa tecnica vigente.

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

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5.

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

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

Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, fatto salvo quanto prescritto ed obbligatoriamente applicabile per i prodotti di cui a norme armonizzate in regime di cogenza, il fabbricante deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque ≥ 500 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal fabbricante, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR n. 380/2001, incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su 30 saggi appositamente prelevati da almeno 3 lotti diversi.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza al carico massimo, il valore medio, lo

scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento fabbricante deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

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

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

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

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025 oppure delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 ed UNI EN 10219 per i profilati cavi ed alle UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per gli acciai inossidabili.

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

I prodotti non conformi non possono essere impiegati ai fini strutturali, previa punzonatura di annullamento, tenendone esplicita nota nei registri.

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

Verifica periodica della qualità

Il laboratorio incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante effettua periodicamente a sua discrezione, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettua per ciascun tipo non meno di 15 prove a

trazione, sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti, sia da saggi appositamente accantonati dal fabbricante in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradetto.

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

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove. Inoltre, quanto verificatosi deve essere registrato secondo le procedure di controllo di qualità adottate dal fabbricante; i relativi lotti non possono essere impiegati ad uso strutturale.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale che sospende la validità dell'attestato di qualificazione. Dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente e ne ha inviato comunicazione al Servizio Tecnico Centrale, il laboratorio incaricato ripete la qualificazione stessa.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai di cui al § 11.3.4.1, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

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

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

Controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici di cui al § 11.3.4.11.1, i produttori possono richiedere di loro iniziativa al Servizio Tecnico Centrale di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025 oppure delle tabelle di cui alle norme europee della serie UNI EN 10210 ed UNI EN 10219 per i profilati cavi ed alle UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per gli acciai inossidabili.

Controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.
- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

Documentazione di accompagnamento

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare, nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato, e a rifiutare le eventuali forniture prive dell'attestato di conformità. Dovrà, inoltre, effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti, al fine di verificare la conformità degli appoggi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

Art. 19 Sostegni per segnali verticali

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

Art. 20 Portali per segnaletica di indicazione

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavallette saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora. I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di cm. 550.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

Art. 21 Gabbioni a scatola.

Le opere di sostegno a gabbionata saranno del tipo a scatola della tipologia descritta in seguito, compresi tiranti, legatura lungo i bordi dei gabbioni contigui, riempiti con grossi ciottoli o pietrame di cava, di tipo non gelivo né friabile, e di pezzatura idonea a non fuoriuscire dalle maglie esagonali, grossolanamente sbazzati per ottenere una buona faccia a vista, senza interposizione di scaglie, e con maggior costipazione possibile, realizzati a qualunque profondità ed altezza, anche in presenza di acqua, e quant'altro. Se necessario può essere posto in opera a terga uno strato filtrante in geotessile per evitare la riduzione della capacità drenante dovuta a possibili intasamenti da parti fini limo-argillose.

Maglia	Diametro filo della rete	Diametro filo di rin- forzo	Diametro filo per cuciture e tiranti	Resistenza longitudinale alla torsione	Resistenza Perpendico- lare alla tor- sione	Resistenza stringitura	Resistenza al punzonamento
mm	mm	mm	mm	kN/m	kN/m	kN/m	kN
6 x 8	2.7	3.4	2.2	46	20	17	23
8 x 10	2.7	3.4	2.2	42	20	17	23
8 x 10	3.0	3.9	2.4	51	26	20	26

DIAMETRI DEI FILI E LE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DELLA RETE (ASTM A-975-97)

Il filo da impiegare nelle cuciture deve avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non deve avere diametro inferiore a 2.20 mm. Le cuciture devono essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture più importanti normalmente devono essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Pietrame di riempimento

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni può essere costituito da ciottoli di fiume o pietrame di cava, di composizione compatta, sufficientemente duro, con peso specifico non inferiore a 2000 Kg/m³, non friabile, né gelivo e di dimensioni comprese fra il 100 ed il 150% della maggiore dimensione della maglia della rete e con assortimento tale da realizzare il maggior costipamento possibile. Non può impiegarsi pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera viene a contatto.

Il pietrame deve essere assestato dentro l'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile, ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista devono essere lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione deve essere compreso tra 0.3 e 0.4).

Posa in opera

Preliminarmente l'impresa deve procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Le operazioni di preparazione e assemblaggio dei singoli elementi, nonché l'unione degli elementi contigui mediante legature fatte con l'apposito filo di cucitura, o con punti metallici, devono essere tali da creare una struttura continua e collaborante.

Durante il riempimento devono essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento. La chiusura degli elementi deve effettuarsi mediante cuciture, come indicato in precedenza. Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio deve risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti

Controlli

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, deve presentare alla Direzione Lavori per ogni partita ricevuta in cantiere i certificati rilasciati dal Produttore dei gabbioni metallici che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle caratteristiche indicate nel progetto.

L'Impresa deve altresì fornire per il pietrame di riempimento dei gabbioni, certificati che attestino le caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale e le cave di provenienza. Le caratteristiche fisiche del pietrame devono essere accertate seguendo le norme per la determinazione della massa volumica dei granuli (CNR 63/78), per la determinazione della gelività (CNR 80/80) e per la determinazione del coefficiente di imbibizione (CNR 137/92).

La Direzione Lavori può comunque ordinare delle prove di controllo sui materiali da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Gabbioni metallici a scatola in lega Zinco-Alluminio plasticati maglia 8x10, filo Ø 2,70/3,70 mm

Le opere di sostegno a gabbioni in rete metallica saranno del tipo a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m²; in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita.

La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, in conformità con UNI- EN 10245-2, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m²

L'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm².

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione.

La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile.

Gabbioni metallici a scatola in lega Zinco-Alluminio maglia 8x10, filo Ø 3,00 mm

Le opere di sostegno a gabbioni in rete metallica saranno del tipo a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/m²; in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita.

La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m²

L'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm².

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione.

La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile.

Gabbioni metallici a scatola in lega Zinco-Alluminio maglia 8x10 , filo Ø 3,00 mm rinforzati con sistema di ripartizione e chiodatura del terreno tipo Nail-Gabions

Le opere di sostegno a gabbioni in rete metallica saranno del tipo a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/m²; in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m². Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm².

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Le gabbionate saranno fornite con struttura di rinforzo in profilato di ferro zincato a caldo avente funzione di ripartizione degli sforzi per rendere solidali la gabbionata stessa e l'elemento di chiodatura del terreno tramite idoneo sistema di piastre e bulloni. La struttura di rinforzo in profilato di ferro avrà forma ad H ed sarà formato da una trave orizzontale in profilo ad U di dimensioni minime 60x120x60 e spessore minimo 6mm; le ali montanti verticali avranno profilo angolare ad L a lati uguali di dimensioni minime 60x60 si spessore minimo 5 mm. L'elemento di rinforzo a trave orizzontale avrà un foro in corrispondenza dell'incrocio delle diagonali della parete posteriore del gabbione, a metà lunghezza rispetto all'orizzontale, attraverso il quale praticare e far passare l'elemento di chiodatura del terreno.

Quest'ultimo avrà la parte terminale filettata al fine di poter serrare con piastra e bulloni di idonee dimensioni la testa del chiodo rendendola solidale con la struttura di rinforzo stessa e, tramite questa, all'intera struttura di sostegno a gravità in gabbioni.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari e della struttura di rinforzo sulla parete posteriore interna del gabbione si procederà alle operazioni di chiodatura e quindi alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile. Compresi dadi e bulloni di serraggio della struttura di rinforzo e ripartizione, piastra di compensazione per la testa del chiodo e tutto quanto occorre a dare l'opera a perfetta regola d'arte ad esclusione dell'elemento di chiodatura da compensarsi a parte.

Art. 22 Sfalcio erba e manutenzione verde

L'Appaltatore dovrà fornire la disponibilità a svolgere il servizio di sfalcio erba, così come regolato di seguito, su una stesa stradale massima corrispondente al 100% dell' estesa stradale sottoposta all'appalto.

22.1 Potature

La potatura dovrà essere eseguita nei mesi di riposo vegetativo invernale ed in conformità ai prototipi di piante potate con l'assistenza degli esperti dell'Ispettorato Forestale e/o altri esperti indicati da questo Ufficio.

Di massima l'impalcatura principale dovrà essere stabilita e mantenuta ad altezza non inferiore a m 5,50 dal piano viabile e dovrà comprendere 4 o 5 ramificazioni in prima divisione dell'impalcatura stessa; la seconda divisione ad un'altezza di 7-8 m comprenderà circa 10 ramificazioni; la terza divisione ad altezza di 9-10 m comprenderà una ventina di ramificazioni; la quarta divisione, a quota superiore a 10 m comprenderà una trentina di ramificazioni.

In ogni caso dovranno essere tagliati tutti i rami ed i polloni esistenti lungo il tronco ad altezza inferiore a m 5,50 dal piano viabile; i rami superiori, da mantenere all'incirca nel numero sopra riportato per le varie altezze, dovranno essere potati ad una distanza dal tronco decrescente con l'altezza ma, in ogni caso, non inferiore a 1 m per i rami più alti e a 3,50 m per i rami più bassi.

La potatura avverrà sempre inclinata in modo da impedire il ristagno d'acqua e con taglio netto senza riseghe. Per i rami da tagliare lungo il tronco la superficie dovrà essere circa perpendicolare all'andamento del ramo, con attaccatura a raso nella parte superiore, compatibilmente con il diametro del ramo stesso.

L'intestatura del tronco principale, se sano, verrà effettuata ad altezza non inferiore a m 9,50, sempre dal piano viabile.

Tutti gli attrezzi di taglio (seghe, pialle, asce, ecc.) dovranno essere previamente disinfettati e tutte le superfici di taglio protette mediante soluzioni o pennellature con prodotti forniti dall'Impresa ed accettati dall'Amministrazione ed aventi lo scopo di ricoprire il taglio con uno strato protettivo elastico e resistente che permetta la respirazione e la formazione del callo impedendo l'attacco della pianta da parte dei parassiti.

Eventuali interventi da eseguire in maniera difforme da quanto sopradDETTO devono essere preventivamente autorizzati dalla D.L. con ordine scritto.

Il legname di risulta dovrà essere allontanato dalla strada e dalle sue pertinenze a cura e spese dell'Impresa; di tale onere se ne è tenuto conto nella formulazione del relativo prezzo unitario.

I singoli prezzi sono comprensivi oltre che dell'esecuzione del lavoro a regola d'arte anche di ogni opera, sia accessoria che provvisoria, a tal fine necessaria, ivi compresa l'occorrenza segnaletica, per garantire durante i lavori la sicurezza del transito nonché per allontanare dal piano viabile il frascame ed il legname mano a mano che il taglio procede; in ogni caso, alla fine di ciascun turno di lavoro il piano viabile dovrà essere completamente sgomberato e pulito; entro

il più breve tempo possibile, ed in ogni caso entro 10 giorni naturali e consecutivi dall'esecuzione dei lavori dovrà inoltre essere sgomberato dalle pertinenze stradali (fossati, banchine, ecc.) e dalle proprietà limitrofe, tutto il frascame di risulta.

L'Impresa dovrà inoltre sospendere il lavoro (e pertanto il piano viabile e le banchine dovranno essere perfettamente ripulite), quando le condizioni meteorologiche non siano di completa visibilità diurna o quando la Direzione dei Lavori o gli Enti preposti in materia, lo ritengano opportuno.

Inoltre, l'inizio dei lavori di potatura andrà concordato preventivamente, a cura e spese dell'Impresa, con il Servizio Forestale Regionale competente per territorio, e/o con altri Enti preposti, considerata la necessità di provvedere ad una sorveglianza con personale competente al fine di garantire il più assoluto rispetto delle norme di cui al D.M. n. 412 del 03/09/1987.

22.2 Abbattimento

L'abbattimento delle piante di cui sopra riguarda elementi dei filari di alberature esistenti sulle pertinenze delle strade in gestione al demanio provinciale.

Le piante da abbattere devono essere esclusivamente quelle la cui eliminazione è stata specificatamente autorizzata.

Inoltre, l'inizio dei lavori di abbattimento andrà concordato preventivamente, a cura e spese dell'Impresa, con il Servizio Forestale Regionale, competente per territorio e/o con altri Enti preposti, considerata la necessità di provvedere ad una sorveglianza con personale competente al fine di garantire il più assoluto rispetto delle norme di cui al D.M. n. 412 del 03/09/1987 e del B.U.R.

Detti Enti dovranno inoltre certificare preventivamente, o durante l'esecuzione dei lavori, quelle alberature affette da cancro colorato; il relativo elenco dovrà essere inviato al Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile, Patrimonio ed Edilizia.

Pertanto la Ditta assuntrice potrà procedere al taglio di quelle piante che, seppur previste nelle lettere d'impegno in argomento, risultassero all'esame esterno affette da cancro colorato, come pure quelle ritenute tali dal Corpo Forestale, solo dopo il benestare di detto Ente.

Ogni singola pianta dovrà essere tagliata alla base, ed il ceppo radicale dovrà essere poi asportato fino a cm 15 sotto il piano banchina, riempiendo il fondo così creato con materiale arido sufficientemente compattato; le eventuali radici sporgenti dal piano banchina, dovranno egualmente essere asportate.

Il lavoro dovrà essere effettuato esclusivamente nelle ore diurne da idoneo personale incaricato dall'Impresa e sotto la sorveglianza continua del Sorvegliante Stradale addetto al tratto di strada dove ricadono i lavori richiesti; questo dovrà essere avvertito in tempo utile dall'Impresa, della data e dell'ora di inizio dei lavori stessi.

Il legname di risulta proveniente dalle alberature non affette da cancro colorato che resta interamente di proprietà dell'Impresa, dovrà essere allontanato dalla strada e dalle sue pertinenze a cura e spese dell'Impresa stessa, mentre il legname di risulta proveniente dalle alberature

affette da cancro colorato dovrà essere portato a discarica e bruciato secondo le modalità disposte all'atto esecutivo del Servizio Forestale e/o altri Enti preposti.

Alla fine di ciascun turno di lavoro il piano viabile dovrà essere completamente sgomberato e pulito; entro il più breve tempo possibile (ed in ogni caso prima dell'ultimazione del lavoro) dovrà inoltre essere sgomberato dalle pertinenze stradali (fossati, banchine, ecc.) e dalle proprietà limitrofe tutto il frasame di risulta.

Inoltre occorre attenersi alle seguenti disposizioni:

evitare durante le operazioni di abbattimento la formazione di segatura o adottare le misure più opportune per ridurne la quantità;

durante le operazioni di taglio bagnare con adatti fungicidi (derivati del rame, benzimidazoli, ecc.) sia la superficie di taglio che la segatura prodotta;

contenere la diffusione di segatura nell'ambiente;

allontanare e distruggere al più presto, meglio se attraverso combustione, il materiale infetto al fine di impedire la rapida formazione degli organi di propagazione della *Ceratocystis fimbriata* sulla superficie di taglio e la loro disseminazione.

Il lavoro dovrà essere sospeso (e pertanto il piano viabile e le banchine dovranno essere perfettamente ripulite), quando le condizioni meteorologiche siano avverse od in condizioni di incompleta visibilità e quando dovessero nascere perplessità nella Direzione dei Lavori o negli esperti, eventualmente da questa Direzione nominati, sul modo di condurre i lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori il traffico non dovrà subire alcuna sospensione e l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese alle opportune segnalazioni al fine di garantire la sicurezza del traffico evitando qualsiasi incidente stradale; inoltre, considerata la natura dei lavori, dovranno essere adottate modalità esecutive, accorgimenti e precauzioni atti ad evitare qualsiasi danno a persone e cose sia entro che al di fuori delle pertinenze stradali.

Per i lavori di manutenzione del verde sopra elencati si applicano i tempi utili di intervento come definiti al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

22.3 Sfalcio erba

Il presente affidamento ha per oggetto, mediante fornitura di mezzi d'opera e mano d'opera specializzata, l'esecuzione dei servizi/lavori di manutenzione ordinaria del verde insistente sulle Strade Provinciali oggetto dell'appalto e sulle relative pertinenze.

In particolare le prestazioni di cui si chiede l'eventuale esecuzione sono quelle riassunte di seguito e come dettagliatamente descritte più avanti:

- Sfalcio erba nelle pertinenze stradali in assenza di guard – rail, e spollonatura alberature stradali;
- Sfalcio erba in presenza di guard – rail, più passaggio di decespugliatore nei guard – rail.

Per tutte le prestazioni, l'Impresa dovrà adottare i migliori procedimenti esecutivi dettati dalla tecnica, avvalendosi di mezzi meccanici adeguati ed idonei, tali da assicurare la puntuale ultimazione ed una realizzazione a regola d'arte.

Per i servizi/lavori per la cui entità e qualità, a discrezione della Provincia, non si richiede l'uso di macchinari, si farà ricorso al lavoro manuale.

L'impresa esecutrice dovrà garantire quale supporto tecnico per l'esercizio dei lavori, la disponibilità massima dei seguenti mezzi d'opera in relazione alla disposizione scritta sull'entità del servizio, alla natura dell'intervento ed all'indicazione della Direzione Lavori:

n° 5 macchine tagliaerba decespugliatrici con braccio di lunghezza non inferiore a mt. 6, di cui almeno tre dotate di appendice per sfalcio erba in corrispondenza di barriere stradali tipo riber, munite di testata trinciante di larghezza non inferiore a mt. 1,20 con rotore polivalente (martelli, coltelli ecc.), dotate di pompa e motore a pistoncini per un alto rendimento della lavorazione, in conformità alla Direttiva CE, installate su trattori gommati di potenza non inferiore a 100 Hp;

n° 1 autocarro a cassa ribaltabile di portata fino a 20 q.li;

n° 3 decespugliatori, conformi alla Direttiva CE.

Gli automezzi e le attrezzature dovranno sempre disporre dei dispositivi per i mezzi in movimento dal C.d.S. in piena efficienza.

Gli automezzi dovranno essere in regola con l'estensione del libretto di circolazione per l'attacco di attrezzature.

La disponibilità di tale attrezzatura dovrà essere dimostrata entro 30 giorni naturali e consecutivi dalla disposizione di affidamento mediante rilascio di copie di libretti di circolazione, fatture di acquisto, contratti di noleggio o di locazione (leasing).

Salvo prescrizioni particolari, indicate nei successivi punti, tutte le prestazioni dovranno essere realizzate nei tempi utili fissati di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Ad ogni buon conto l'inizio dei lavori dovrà avvenire entro e non oltre n° 8 (otto) giorni naturali e consecutivi dall'ordine impartito di cui sopra e dovranno terminare entro 20 (venti) giorni.

Si dispone inoltre che:

nei tratti di strada con presenza di curve, le operazioni di sfalcio dovranno essere effettuate ogni qualvolta si riducono le normali condizioni di visibilità,

nelle intersezioni stradali con presenza di aiuole spartitraffico, aiuole di rotonde, e nei rami di intersezione, lo sfalcio dovrà essere effettuato ogni qualvolta l'altezza dell'erba raggiunga i cm. 20.

in ogni caso e limitatamente alle sole banchine stradali e/o arginelli stradali si daranno corso alle operazioni di sfalcio ogni qualvolta l'altezza dell'erba raggiunga i cm. 30, su disposizione (ordine) della Direzione Lavori;

si daranno corso alle operazioni di pulitura dei residui dello sfalcio e di tutti i rifiuti presenti ai lati della strada, per una larghezza di circa 10 metri.

In presenza di segnali stradali, cordoli, delineatori di carreggiata e altri manufatti insistenti sulle aree di pertinenza, si dovrà procedere alla rifinitura dello sfalcio con l'utilizzo di decespugliatori o altri attrezzi manuali.

Inoltre si dovrà procedere anche alla pulizia in quelle piante (in particolare alberature di taglio) che sviluppino polloni alla base del tronco.

È prevista deroga ai termini di cui sopra solo ed esclusivamente a seguito di riscontrate e motivate condizioni da parte della Direzione Lavori.

Inoltre, durante i periodi di sfalcio erba, si dovrà garantire la presenza contemporanea in opera di almeno n° 5 macchine tagliaerba decespugliatrici di cui n.3 dotate di appendice (riber) per sfalcio in corrispondenza di barriere stradali, dislocate in punti diversi dei Gruppi di Manutenzione in oggetto, se richieste dalla Direzione Lavori.

L'operazione di sfalcio erba sarà eseguita con le modalità dettate dalla buona tecnica agraria.

Sia che l'operazione venga fatta a mano, oppure con i mezzi meccanici, sarà posta la massima cura affinché il taglio dell'erba venga eseguito a raso del terreno, ossia a pochi centimetri al di sopra del colletto delle piante erbacee, e che il materiale di risulta venga accuratamente raccolto e trasportato a rifiuto fuori delle pertinenze stradali.

Nel caso che lo sfalcio venga effettuato con speciali macchine trituratrici e che il materiale sfalcio sia ridotto in spezzoni della lunghezza massima di cm 5 è consentito che ad operazione ultimata detto materiale venga lasciato sul posto uniformemente distribuito nell'area sfalcata (deve però essere garantita la rimozione dei rifiuti come prima indicato).

Le operazioni di sfalcio potranno pertanto riguardare:

le banchine e/o gli arginelli laterali sia del corpo stradale che dei rami di svincolo, in assenza di guard-rail per la larghezza che verrà fissata dalla Direzione Lavori a partire dal bordo della pavimentazione;

le scarpate, sia in rilevato che in trincea, nonché la banchina laterale a piè di scarpa o sulla sommità della scarpata, le sponde ed il fondo dei fossi di guardia, il tutto secondo le indicazioni della Direzione Lavori;

le aree particolari, come aree interne ai rami di svincolo, aiuole spartitraffico, aiuole di rotonde, piazzole di sosta ed aree a verde in genere.

Il materiale di risulta delle operazioni di sfalcio rimarrà di proprietà dell'Impresa che sarà in ogni caso obbligata ad effettuarne lo sgombero dalle pertinenze nel più breve tempo possibile e comunque non oltre le 24 ore dalle banchine laterali, e non oltre 7 giorni dalle altre aree, salvo quanto è previsto nell'eventualità di impiego di mezzi di triturazione.

È fatto assoluto divieto di bruciare l'erba sui luoghi di taglio e comunque all'interno delle pertinenze stradali.

22.4 Disposizioni generali

Nel caso in cui si rendesse necessario, per qualsiasi motivo, eseguire lavori all'interno del territorio delimitato e relativo al presente appalto su tronchi di strade acquisite o costruite successivamente all'appalto stesso, l'Impresa aggiudicataria è tenuta all'esecuzione delle opere alle medesime condizioni e senza pretendere compensi o indennità di sorta.

Durante l'esecuzione dei lavori il traffico non dovrà subire alcuna sospensione e l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese alle opportune segnalazioni al fine di garantire la sicurezza del traffico evitando qualsiasi incidente stradale. In particolare dovranno essere adottate tutte le misure atte a garantire la sicurezza del traffico e della pubblica incolumità, ovvero la piena conformità di quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada, dal relativo Regolamento e dal D.M. del 10 Luglio 2002.

Inoltre, considerata la natura dei lavori, dovranno essere adottate modalità esecutive, accorgimenti e precauzioni atti ad evitare qualsiasi danno a persone e cose sia entro che al di fuori delle pertinenze stradali.

22.5 Danni arrecati

Di qualsiasi danno arrecato, in dipendenza dei lavori sopra citati, alle alberature vicine alla strada e sue pertinenze, nonché a terzi e cose, resta completamente responsabile l'Impresa, la quale, assume l'onere a tutti gli effetti di legge. È fatto obbligo all'Impresa di stipulare una specifica polizza assicurativa a garanzia della responsabilità civile per danni a cose e/o persone arretrate.

Art. 23 Servizio di pronto intervento.

In caso di calamità naturali, atmosferiche, incidenti stradali, o altre cause, l'Appaltatore dovrà garantire il servizio di pronto intervento per la manutenzione delle strade dell'Amministrazione committente, eseguito da due squadre, composte da almeno 3 (tre) persone, qualificata ad affrontare ogni tipo di emergenza che si possa verificare per cause diverse, quali eventi meteorologici, incidenti stradali, dissesti, ecc. Almeno uno dei componenti la squadra dovrà anche avere funzioni di autista abilitato alla guida di mezzi operativi.

La squadra dovrà intervenire prontamente, a semplice chiamata del Funzionario o del Responsabile del Procedimento o del Dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile e Patrimonio ed Edilizia (sia diurna sia notturna, in giorni feriali o festivi), disponendo di idoneo mezzo per gli spostamenti, e dovrà essere in grado di operare sul posto dell'intervento genericamente entro due (2) ore dalla chiamata, entro 60' minuti in casi di urgenza qualora questo sia richiesto nella chiamata.

I componenti della squadra dovranno essere in possesso degli attestati di formazione previsti dal Decreto Interministeriale del 04 marzo 2013.

La squadra dovrà inoltre essere munita della segnaletica temporanea prevista dal Codice della Strada, dal Regolamento di attuazione e dal D.M. del 10 Luglio 2002.

La squadra infine dovrà essere dotata di collegamento telefonico tramite apparecchio portatile.

Il Pronto Intervento su chiamata ha lo scopo primario di garantire la percorrenza del traffico in sicurezza. La rimozione di eventuali mezzi incidentati non è di competenza dell'Ente (è competenza e cura dei privati incidentati) e quindi non rientra nelle attività richieste alla squadra di pronto intervento. Una volta chiamati sul posto, quindi, si dovrà fare tutto il possibile per garantire il normale assetto di percorrenza della strada o in alternativa il deflusso mediante l'istituzione di senso unico alternato. Solamente in casi eccezionali sarà possibile chiudere interamente un tratto di strada ed in tal caso andranno apposte tutte le necessarie segnaletiche di deviazione provenendo da tutte le direzioni che immettono sul punto dell'incidente o dissesto.

Qualora la soluzione dell'evento non risulti rapida e mantenga conseguenze sulla circolazione per più di 1 ora andrà informato il personale dipendente della Provincia in turno di reperibilità.

Art. 24 Norme per la misurazione e la valutazione delle opere

24.1 Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei lavori con sufficiente preavviso.

24.2 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a discrezione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per

qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresa. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nel presente Capitolato.

24.3 Barriere di sicurezza

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza esclusi i terminali.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, verrà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a 3 ml, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco.

Resta stabilito che nelle voci di elenco sono comprese:

– la fornitura e posa in opera di barriere rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzioni di spartitraffico centrale, complete di ogni elemento costruttivo quali: sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminali e di raccordo, dispositivi rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi, formazione di fori sulle opere d'arte e quant'altra lavorazione occorra e tutti i relativi oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera del tipo corrispondente alla classe indicata nell'elenco prezzi, come previsto dal D.M. LL.PP. del 3/6/1998.

24.4 Segnaletica orizzontale

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare almeno tre squadre di lavoro e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione lavori, il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto piano alla Direzione dei lavori per la necessaria approvazione.

La Direzione dei lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di modificare in qualsiasi momento il piano di lavoro predisposto dall'Impresa, individuare lungo le strade tutti i passi carrai privati esistenti ed assicurare la possibilità di accedervi con svolta a sinistra, interrompendo la eventuale linea assiale continua con tratteggi aventi piccolissima modulazione pari a cm 100 di pieno e cm 100 di intervallo.

Per quanto concerne l'applicazione delle strisce assiali lungo le strade a due corsie a doppio senso di marcia, si dovranno osservare rigorosamente le indicazioni che saranno impartite dalla Direzione lavori, nonché le norme contenute nel D. Lgs. 30/4/1992, n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16/12/1992, n. 495 e succ. mod.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal D.LGS. 30/04/1992 n. 285 e D.P.R. 16/12/1992 n.495 anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate o di quelle fissate dal D.LGS. 30/04/1992 n. 285 e D.P.R. 16/12/1992 n.495, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei lavori con sufficiente preavviso.

Ai fini della contabilità, nel misurare i segni effettuati sulla carreggiata, sugli ostacoli, ecc. si terrà conto esclusivamente delle superfici coperte di vernici secondo l'unità di misura prevista nell'elenco prezzi.

La misurazione delle segnalazioni orizzontali sarà effettuata al metro lineare di vernice effettivamente posata per strisce bianche o gialle della larghezza di cm 12 o cm 15.

In corrispondenza di accessi privati o di piccola strada podereale, dove l'eventuale striscia continua sarà eseguita a tratteggio di piccolissima modulazione, sarà computata vuoto per pieno solo nel caso di estensione totale minore o uguale ai 10 ml.

La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettiva per linee aventi larghezza superiore a cm 15.

Per gli attraversamenti pedonali, le linee di arresto di "Dare la precedenza" e "Fermarsi e dare la precedenza", le zebra e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che iscrive ogni singola lettera che compone la scritta.

Per le frecce e la parte di asta rettilinea o curva verrà calcolata a metro lineare se formata da striscia di cm 12/15, a metro quadrato se formata da striscia superiore a cm 15, la parte della punta triangolare verrà computata con il prezzo a metro quadrato di superficie effettiva eseguita.

Per i cordoli degli spartitraffico o delle rotatorie in cemento in opera o prefabbricato, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato.

24.5 Segnaletica verticale

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.

Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata e l'Impresa è obbligata a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

24.6 Tutte le restanti lavorazioni e opere

Tutte le restanti lavorazioni e opere, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo la lunghezza, la larghezza e gli spessori previsti, ad esclusione delle forniture dei materiali a piè d'opera e dei noli di mezzi d'opera a caldo che verranno valutati con le relative unità di misura.

24.7 Esecuzione di prove dinamiche in sito

Verifica mediante prove dinamiche, della funzionalità dei paletti infissi delle barriere di sicurezza, attraverso la caratterizzazione della qualità dei terreni di supporto presenti sulla strada, fornendo dei parametri oggettivi per validare il funzionamento dei dispositivi di ritenuta stradale, attraverso l'utilizzo di una attrezzatura. L'attrezzatura utilizzata è caratterizzata da una massa impattante variabile tra i 180 ed i 450 kg circa, da una velocità di impatto di massimo 15 m/sec, ed una energia id impatto compresa tra i 7 ed i 28 kJ. La macchina è attrezzata con sensori in grado di restituire spostamenti, forze ed energie in funzione del tempo di impatto e consente pertanto di valutare quanta energia possa essere dissipata dai paletti, al fine di verificare se il terreno di installazione del dispositivo presenta delle caratteristiche confrontabili con quelle del terreno del Campo Prove. Il metodo di verifica consiste nel confrontare la risposta reale all'urto di un paletto del dispositivo di sicurezza stradale installato su strada, con quella preventivamente/successivamente ottenuta dallo stesso dispositivo installato sul terreno del campo prove in condizioni identiche a quelle di crash, in termini di diagramma tempi/deformazioni. A parità di velocità d'urto e massa nei due casi, se il paletto fornisce una risposta comparabile in termini di spostamenti nel tempo, si può ritenere verificato il funzionamento del dispositivo. In caso di risposta difforme, eventuali elementi aggiuntivi sul sistema di ritenuta stradale (senza alcuna modifica del supporto stesso), saranno verificati attraverso la stessa metodologia ed attrezzatura, e fino al raggiungimento dell'equivalenza. Filmati ad alta velocità completano poi il quadro della reportistica che sarà consegnata. Sono escluse l'esecuzione delle prove dinamiche di confronto da eseguirsi presso il campo prove e l'eventuale cantierizzazione del sito di prova o quanto altro non espressamente computato nella presente voce.

24.8 Dispositivo integrativo di rinforzo per paletti infissi di barriere di sicurezza per bordo laterale.

Fornitura e posa in opera di Dispositivo Integrativo di Rinforzo di forma differente a seconda delle esigenze tecniche, finalizzato a migliorare il comportamento dinamico in caso di urto delle barriere di sicurezza bordo laterale, nelle condizioni di scarpate stradali di consistenza minore rispetto al terreno del campo prove e atto a garantire, nell'installazione reale su strada, prestazioni equivalenti a quelle riscontrate durante le prove di crash. La validità del rinforzo dovrà essere valutata per confronto attraverso prove dinamiche, eseguite con modalità e caratteristiche identiche, su paletti muniti di dispositivo integrativo di rinforzo installati in situ e sugli stessi paletti inseriti nel terreno pianeggiante della pista di prove di crash usata per testare i dispositivi. Il metodo di verifica consiste nel confrontare la risposta reale all'urto di un paletto del dispositivo di sicurezza stradale installato su strada munito di dispositivo di rinforzo, con quella ottenuta dallo stesso dispositivo installato sul terreno del campo prove in condizioni identiche a quelle di crash, in termini di diagramma tempi/deformazioni. A parità di velocità d'urto e massa nei due casi, se il paletto fornisce una risposta comparabile in termini di spostamenti nel tempo, si può ritenere verificato il funzionamento del dispositivo. Il dispositivo dovrà risultare applicabile a tutte le barriere bordo laterale a paletti infissi esistenti in opera o previste in progetto e dovrà essere installabile operando dalla sede stradale e, in caso di barriera preesistente, senza rimuovere alcuna parte della barriera. Il dispositivo non dovrà altresì interferire con la sede stradale e con eventuali sottoservizi e non dovrà prevedere nessun intervento o lavorazione sulla pavimentazione. Dovrà inoltre consentire senza interventi aggiuntivi le ordinarie manutenzioni stradali, tra cui il rifacimento della pavimentazione, lo sfalcio delle erbe e simili. Il dispositivo non dovrà inoltre prevedere alcuna modifica di prodotto di cui all'Allegato A della norma EN1317- 5. A tal fine sarà necessario allegare una dichiarazione di un Organismo Notificato ai sensi della norma EN1317-5 nella quale si espliciti che l'impiego del dispositivo non comporta una modifica di prodotto. Il dispositivo proposto dovrà essere accompagnato da idonea documentazione sperimentale che, a discrezione del Committente, ne certifichi il funzionamento nelle diverse condizioni di installazione (ad esempio attraverso l'esecuzione di prove di crash, prove dinamiche o simulazioni). Il committente potrà a suo insindacabile giudizio, laddove la documentazione prodotta non risulti sufficientemente esaustiva, non considerare idoneo il sistema proposto. Non è compresa nel prezzo la verifica del funzionamento del dispositivo dopo l'installazione, secondo la procedura dinamica descritta con attrezzatura e limiti di accettazione proposta dal produttore che dovrà essere preventivamente accettata dal committente, ed il certificato di compatibilità funzionale emesso da un Organismo Notificato ai sensi della norma EN1317-5 secondo il Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.