RISERVATO AGLI ENTI

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI TREVISO

COMUNE DI MEDUNA DI LIVENZA

OGGETTO: RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL PONTE SUL CANALE POSTUMIA - MALGHER IN VIA POSTUMIA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione:		Data :
01.12	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE TECNICA	27.02.2017

Committente
Comune di Meduna di Livenza
Via Vittorio Emanuele, 13
31040 - Meduna di Livenza (TV)

Progettista
Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35
30021 - Caorle (VE)
Tel. 347/0035736

Rev	Data	Descrizione	Cod. Doc.	Controllo	Approvato
D					
C					
B					
A					

PARTE 1
QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1. CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.
Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione. I materiali proverranno da località o stabilimenti che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.
Nel caso in cui la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per l'esecuzione e/o il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori.

2. CARATTERISRICHE DEI VARI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformitàdelle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.
Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Appaltatore.
In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Normaspecifica.
A) Acqua: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971 e alla UNI-EN 1008;
B) Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane: dovranno corrispondere alle prescrizioni:
- della legge num. 595/1965;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/1993;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. num. 2231/1939;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. num. 2230/1939;
- UNI EN 197-1 (marzo 2006);

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole dell'arte.
C) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie: dovranno essere provvisti di marcatura CE e conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2.
Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere inerti assortiti con diametro massimo di 30 mm (D30), compatibili con quanto prescritto nel D.M. 09/01/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato.
Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).
Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni.
D) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo num. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.
E) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni.
Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

F) Pietre naturali: le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, etc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.
Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 2232/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione".
Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.
Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.
G) Pietre da taglio: proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal R.D. 2232/1939.
Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:
a) a grana grossa
b) a grana ordinaria
c) a grana mezza fina
d) a grana fina
Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm.
Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i 5 mm.
Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedono i 3 mm.
Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.
H) Materiali laterizi: dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. 2232/1939 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.
I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con gli spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme ed essere senza calcinaroli e impurità.
I) Argilla espansa: dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura non inferiore a 1200 °C e peso in mucchio 320÷630 kg/mc a seconda della granulometria.
J) Blocchi prefabbricati per vibro-compressione: saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.
La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:
- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di argilla espansa.
La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.
K) Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista: saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.
Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0.5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/mc.Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.
L) Materiali ferrosi: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. ecarpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme UNI EN 10025/90.
Per le armature del c.a. s'impiega un acciaio in barre a aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento, con caratteristiche:
- Tensione caratt. di snervamento: $f_{yk} \geq 450$ N/mm2
- Tensione caratt. di rottura: $f_{tk} \geq 540$ N/mm2
- Allungamento uniforme al carico max.: $\varepsilon_{su,k} > 7,5\%$
- $1,15 < f_t/f_y < 1.35$
- $f_{y,eff} / f_{y,nom} < 1,25$.
I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593 UNI EN 2089/98, zincati a caldo secondo CEI 7/6.
I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI EN 10025/90 ed essere del tipo S 355.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

M) Acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.
Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.
La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.
Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).
N) Acciaio zincato: profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).
Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.
Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente
su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:
- 190 g/mq per zincatura normale
- 300 g/mq per zincatura pesante.

O) Tubazioni in PVC: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.
Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato
dall'Istituto Italiano dei Plastici.
AA)Materiali per opere in verde:
Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00 ml.
Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.
L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori, indicando il sito di prelevamento; la Direzione Lavori eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Appaltatore.
Concimi: i prodotti minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.
Materiale vivaistico: l'Appaltatore deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.
Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
Sementi: l'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.
Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.
Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.
BB) Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni: materiali per rilevati e/o riempimenti, aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, etc.
I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.
Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.
Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

PARTE II
NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI

3. SCAVI

3.1 Norme generali

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali ad esempio:
- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

In generale lo scavo potrà essere eseguito con le modalità scelte dall'Appaltatore, solo in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate, nel rispetto delle specifiche e delle prescrizioni stabilite dagli elaborati di progetto e di contratto.
Gli scavi si distinguono macroscopicamente in :
- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.
Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nulla è dovuto all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.
Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Appaltatore dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.
Dovrà inoltre procedere, quando necessario, al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, etc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite ed alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.
L'Appaltatore dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.
Ai fini della determinazione del compenso relativo allo scavo in roccia, si farà riferimento alla durezza degli elementi lapidei in banco; la definizione della durezza della roccia deriverà da una serie di prove sclerometriche eseguite secondo i metodi canonici i cui risultati dovranno essere confrontabili al Me (modulo elastico) espresso in GPa e quindi saranno considerate:
- rocce tenere quelle aventi un Me $\leq$ 1 GPa;
- rocce medie quelle aventi 1 GPa $<$ Me $\leq$ 5 GPa;
- rocce dure quelle aventi un Me $>$ 5 GPa.

Si considera "roccia da mina", e pertanto da pagare con il relativo prezzo di Elenco, quella dura; in questo senso i termini "roccia dura" o "roccia da mina" sono da considerarsi equivalenti.
I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti il fabbisogno del cantiere o non idonei per essere riutilizzati, dovranno essere portati a rifiuto nelle aree di deposito (discariche) indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.
Nel caso in cui a seguito di prove eseguite dall'Appaltatore, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di accumulo ecustoditi opportunamente.
Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensionipresscritte, secondo necessità delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Appaltatore.
In particolare, qualora l'Appaltatore dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature; la parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del cantiere per la formazione di rilevati o di riempimenti avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.
Per l'impiego di mine nella esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà ottenere, a sua cura e spese, leautorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore.
Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ognigenere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.
Nel caso che per la vicinanza di agglomerati civili o industriali o per i risultati del monitoraggio, le cautelesopracitate non

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

fossero ritenute sufficienti ad evitare danneggiamenti alle proprietà limitrofe, l'Appaltatore dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.
Le scarpate degli scavi dovranno essere profilati con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Appaltatore.
Il fondo e le pareti degli scavi non eseguiti a carattere provvisionale dovranno essere profilati secondo quote e pendenze diprogetto; nel caso in cui il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata).
Se negli scavi vengono superati i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

3.2 Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati, l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati; la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

3.3 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.
Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.
Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:
1) per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;
2) per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1.50÷2.50 daN/cmq.
I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.
Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.
È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.
L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residuidegli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.
Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/03/1988 e successive modificazioni ed integrazioni. Gli scavi per posa di tubazioni sono assimilati a quelli di fondazione. Per tali scavi valgono tutte le norme applicabili descritte per quelli di fondazione. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Appaltatore inoltre dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte secondo le modalità stabilite dagli elaborati progettuali.

3.4 Scavi subacquei

Gli scavi di fondazione sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.
Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese:
- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;
- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi, sia statali che regionali, in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento;
- all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento delle acque.

3.5 Diserbamento e scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.
Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua. Nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:
- il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati;
- la larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

3.6 Controlli sugli scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

3.7 Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le prove di laboratorio di seguito riportate.
Terre:
- analisi granulometrica
- determinazione del contenuto naturale di acqua
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0.40 UNI 2332
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:
- resistenza a compressione monoassiale.

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.
La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :
- ogni 500 mc di materiale scavato e ogni 5.00 ml di profondità dello scavo
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla Direzione Lavori.

3.8 Prove in sito

Nel caso di terre, si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nel caso di rocce, si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.
Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

4. DEMOLIZIONI

4.1 Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non o precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.
Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto; in generale la demolizione potrà essere eseguita con le modalità scelte dall'Appaltatore, solo in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate, nel rispetto delle specifiche e delle prescrizioni stabilite dagli elaborati di progetto e di contratto.
Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.
Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a propria cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.
L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizione potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 100 °C ed una pressione di 0.70÷0.80 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.
Per le demolizioni da eseguirsi su tratta stradale in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione Lavori le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.
In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su strade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.
I materiali di risulta verranno ceduti all'Appaltatore il quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

4.2 Idrodemolizioni

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio elementi strutturali di opere d'arte (ponti, viadotti, muri disostegno, etc.) dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.
Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.
L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.
Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico,e dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica.

4.3 Demolizione di pavimentazione di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.
L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori; non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.
Il rilievo degli spessori delle demolizioni deve essere effettuato in contraddittorio; lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere 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 deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.
Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.
Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.
Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.
Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.
Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.
Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire o su opere d'arte devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

4.4 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori etc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.
Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.
Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.
L'Appaltatore è inoltre tenuto a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

4.5 Rimozioni

Per rimozione si intende:
- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione
- smontaggio di elementi puntuali quali segnaletica stradale verticale, paracarri, etc.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze stradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Stazione Appaltante, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

5. RILEVATI

5.1 Definizione

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico-meccaniche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato sono indicate negli elaborati progettuali.
Nel caso in cui l'Appaltatore non dovesse reperire i materiali previsti, potrà proporre alla Direzione Lavori soluzioni alternative.
Resta inteso che l'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progetto di dettaglio, ad integrazione e conforto del progetto esecutivo, nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà fisico-meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi.
Dovrà fornire inoltre una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato terreno di fondazione; dovrà altresì verificare il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorsodello stesso nel tempo.
L'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, eseguirà, a propria cura e spese, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc), atte a verificare con sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto.
Salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori, i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 ml e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

5.2 Materiali per la formazione di rilevati

5.2.1.Provenienza dei materiali

L'Appaltatore dovrà fornire presso il cantiere materiale rispondente alle prescrizioni riportate nei documenti progettuali; nel caso di approvvigionamento del materiale esterno all'area di cantiere, l'Appaltatore è unico responsabile, nei confronti della Stazione Appaltante, del rispetto delle normative vigenti in materia per l'utilizzo di materiale proveniente da scavi o da coltivazione di cave di prestito.
Laddove sia previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavi, nell'ambito dello stesso cantiere,la stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e il favorevole esito delle prove di laboratorio;
l'Appaltatore provvederà inoltre, a sua cura e spese, alla eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al finedi ridurlo ad idonea pezzatura.
Prima di avviare l'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.
Le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a propria cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi dovranno essere realizzate e condotte nel rispetto delle vigenti norme di Legge ed in modo che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico.
L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.
È fatto obbligo all'Appaltatore, nel caso di utilizzo di materiale di cava, di indicare i siti di provenienza dei materiali per la costruzione dei rilevati alla Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali da Laboratori ufficiali di propria indicazione, a cura e spese dell'Appaltatore; solo a seguito dell'assenso della Direzione Lavori all'utilizzazione del materiale, l'Appaltatore è autorizzato a conferire in cantiere i materiali da portare in rilevato.

5.1.3 Prove di controllo dei materiali

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- analisi granulometrica (almeno una ogni 20.000 mc di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 20.000 mc di materiale);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0.4 UNI 2332 (almeno una ogni 40.000 mc di materiale);
- prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (almeno una ogni 40.000 mc di materiale)

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

ed esecuzione eventuale di:
-analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
- prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova AASHTO Mod. T/180-57 e compattati al 95% della densità massima (±2%).
Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Appaltatore provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste.
Il numero minimo di prove N da effettuare per ogni tipologia è dato dalla seguente relazione:

$$N = V_t / V_m + 1$$

dove
V_t = volume totale di materiale da approvvigionare
V_m = volume minimo di materiale indicato nelle prove sopra definite
Il valore di N è pari al valore intero determninato nella relazione, approssimato all'unità superiore nel caso in cui la parte decimale sia uguale o superiore a 0.50.

5.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati

5.3.1 Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Appaltatore dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti etc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.
Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini di cui ai precedenti articoli e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.
L'Appaltatore provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.
Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Appaltatore.
Laddove una maggiorazione di scavo sia da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Appaltatore o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a propria cura e spese.
Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato a discarica autorizzata.
Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.
La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la Direzione Lavori.
L'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

5.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:
- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1.5÷2.5 daN/cmq sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5 daN/cmq sul piano di posa del rilevato quando questo è posto a 1.00 ml da quello della fondazione della pavimentazione stradale;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5 daN/cmq sul piano di posa del rilevato quando questo è posto a 2.00 ml da quello della fondazione della pavimentazione stradale.
La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.
Per altezze di rilevato superiori a 2.00 ml potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.
Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali acomportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature etc.).
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.
Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.
A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:
- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima AASHTO mod.T/180-57 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in trincea.

5.3.3 Strato di transizione (rilevato-terreno)
Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche ed alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:
- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

5.3.4. Strato granulare anticapillare
Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0.30÷0.50 ml e sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2÷50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0.075 mm non superiore al 3%.
Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammessol'impiego di materiali frantumati.

5.3.5 Tipologie del rilevato
Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:
- rilevati stradali
- rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata" o della "terra rinforzata"
- rilevati di precarico e riempimenti.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme C.NUM.R. – UNI 10006.

5.4 Rilevati stradali

5.4.1 Generalità
Le caratteristiche di deformabilità dei rilevati dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli
Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.
Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2.00 ml a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6.00 ml.
Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.
Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.
La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la Direzione Lavori.
In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.
La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela , a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.
L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo o portato a rifiuto se inutilizzabile.
Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

5.4.2 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3
Potranno essere impiegati indistintamente materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, fatta eccezione per l'ultimo strato (il più vicino al piano stradale) di 30 cm ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.
L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 30 cm.
Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.
Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.
I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.
A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO Mod., salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

5.4.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7
Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2.00 ml dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.
Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori.
Quanto sopra allo scopo di contenere a limiti minimi, ritiri e rigonfiamenti di materiali.
In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

5.4.4 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7
Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento, secondo le norme stabilite nel presente Capitolato), attraverso una opportuna campagna sperimentale.
I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale. In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

5.4.5 Rilevati in "terra armata" o in "terra rinforzata"
Dovranno essere impiegati i soli materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3.
Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore.
Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali con pezzature superiori ai cm 25 e materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili).
Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometriche e chimiche, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nel caso in cui si preveda l'uso di armature metalliche, per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:
- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH, compreso tra 5÷10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohmxcm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohmxcm per opere immerse in acqua.

I requisiti prestazionali di teli e geogriglie per la realizzazione di terre rinforzate dovranno essere conformi a quanto stabilito nel presente Capitolato ed alle specifiche di progetto.
La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascun strato non inferiore al 95% della densità massima individuata mediante la prova AASHTO Mod.

5.4.6 Rilevati di precarico e riempimenti
Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8.
I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.
Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

5.5 Costruzione del rilevato

5.5.1 Stesa dei materiali
La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.
Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.
In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.
Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.
Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.
Comunque, salvo diverse prescrizioni progettuali, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:
- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata o rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

5.5.2 Compattazione
La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1.5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod.
Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento saràconseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.
Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Appaltatore dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.
La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente, pari almeno al 10% della larghezza del rullo.
Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.
In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1.50 ml dai paramenti della terra armata o flessibili in genere.
A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.
Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.
Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV, V 32.5 o 32.5R ed in ragione di 25÷50 kg/mc di materiale compattato.
La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento da utilizzare, in funzione del materiale da impiegare e delle condizioni operative da affrontare.
La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. procedendo per stratidi spessore non superiore a 30 cm.
Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2.00 ml, quella superiore pari a 2.00 ml + 3/2 h e l'altezza ore coincidente con quella del rilevato.
Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.
Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.
Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Appaltatore dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

5.5.3 Condizioni climatiche

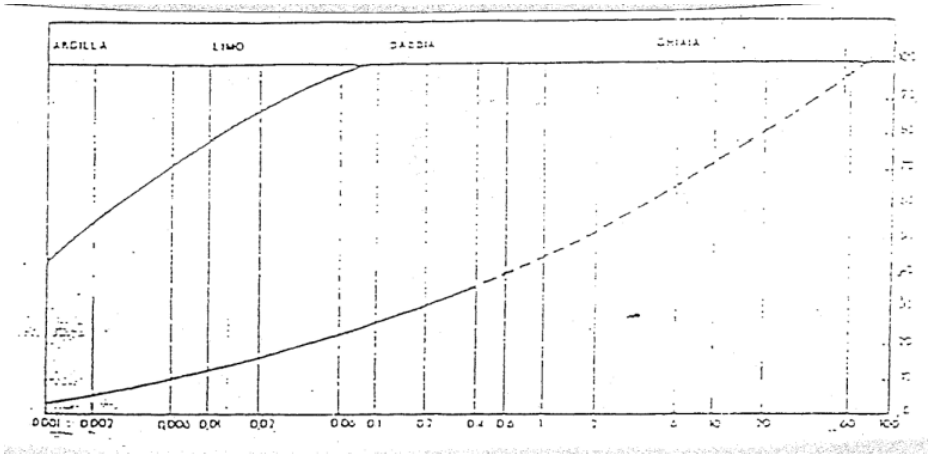
La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (per esempio il pietrame).
Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.
Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

5.6 Rilevati in terra stabilizzata/migliorata

5.6.1 Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).
Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.
Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose , sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0.40 UNI non inferiore al 35%.
Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.
La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973); il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

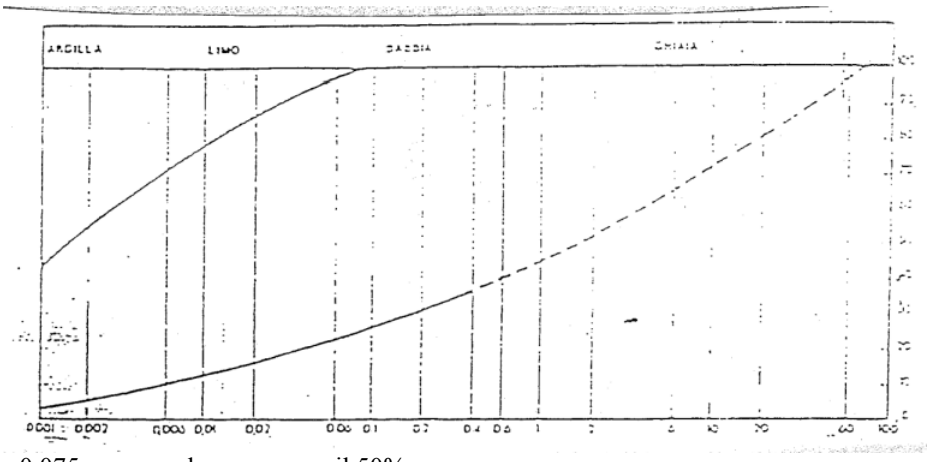
Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com



Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.
La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.
Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.
La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.
La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.
La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).
Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.
Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.
Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.
Noti questi valori, la Direzione Lavori definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:
- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

5.6.2 Terra stabilizzata a cemento
La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.
Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.
Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati , purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.
La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato e il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com



Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.
Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.
Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.
La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.
Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.
La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.
La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.
Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.
Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua,seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.
Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

5.6.3 Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a :

- per altezze di rilevato da 0.00 a 2.00 ml

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.
Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mmq, (CNR 146 - 1992).

- per altezza di rilevato oltre i 2.00 ml

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1.50%
Noti questi valori, la Direzione Lavori definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mmq (CNR 146 - 1992).

5.6.4 Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.
Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 -1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mmq.

5.6.5. Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle Direzione Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.
Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento) devono essere quelle previste dal progetto.

5.6.6 Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

5.6.7 Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria .
I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima
determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.50% dell'ottimo indicato dalla Direzione Lavori.
La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla Direzione Lavori.
Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.
Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.
Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa Direzione Lavori.
Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della Direzione Lavori, dovrà prevedere le seguenti fasi operative:
- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.

Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della Direzione Lavori
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Appaltatore dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4.76 mm).
Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Appaltatore dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinchè si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone" , che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far si che il materiale in oggetto venga costipato prima dell'inizio della presa del legante.
Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.
Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far si che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.
Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla Direzione Lavori, la quale potrà intervenire con opportune direttive , variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

5.7 Rilevati con materiali riciclati

Tali rilevati sono quelli realizzati con materiali provenienti da
- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

5.7.1 Rilevati con materiali riciclati provenienti da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.
I rilevati con materiali riciclati potranno essere eseguiti previa autorizzazione della Direzione Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due pianiquotati del corpo stradale.
E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi; l'utilizzo di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente.
Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.
Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.
Dovrà essere preventivamente fornita alla Direzione Lavori oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

5.7.2 Prove di prequalificazione del materiale

Nel materiale le componenti lenticolari (definiti come in BU CNR num. 95/84) non dovranno essere in quantità superiore al 30 % e devono inoltre essere assenti sostanze organiche o contaminanti definite secondo le vigenti normative.
Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

Il materiale fornito dovrà possedere i seguenti requisiti:
a) percentuale di rigonfiamento, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%
b) perdite inferiori al 40 % in peso con la prova di abrasione Los Angeles
c) sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passanteal setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A) non superiore a 30.

5.7.3 Posa in rilevato

Per la posa in opera si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della Direzione Lavori, costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.
L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.
Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.
Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:
- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1.5÷2.5 daN/cmq sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5 daN/cmq sul piano di posa del rilevato quando questo è posto a 1.00 ml da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5 daN/cmq sul piano di posa del rilevato quando questo è posto a 2.00 ml da quello della fondazione della pavimentazione stradale.
Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

5.7.4 Rilevati con materiali riciclati provenienti da rifiuti speciali industriali - scorie
Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.
I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.
Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti sui rifiuti in genere e sui rifiuti pericolosi.
In conformità a quanto stabilito dalla normativa vigente, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.
Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.
Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.
E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.00 ml terre tradizionali.

5.7.5 Prove di prequalificazione del materiale
Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:
a) la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0,075 mm , non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7
b) l'attività del materiale dovrà essere compresa tra 20 e 40, dove per attività si intende il coefficente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cmq/g), determinata con il permeabilimetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi < 80 μm, ottenuti dopo opportuna frantumazione
c) il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15% ;

5.7.6 Posa in rilevato
Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.
Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.
Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.
A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).
Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:
- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1.5÷2.5 daN/cmq sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5 daN/cmq sul piano di posa del rilevato quando questo è posto a 1.00 ml da quello della fondazione della pavimentazione stradale.
Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

5.7.7 Specifiche di controllo
La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.
La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.
La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.
L'Appaltatore, per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire alla Direzione Lavori, prima dell'impiego, i relativi Certificati di Conformità ai sensi della EN 12620.
Tali Certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.
I Certificati devono essere forniti dall'Appaltatore anche a seguito di variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.
L'Appaltatore è obbligato ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla Direzione Lavori, un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla Direzione Lavori, per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.
La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla Direzione Lavori, vorrà accertare.
I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1 in calce al presente articolo.
La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

5.7.8 Controlli di laboratorio
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate, salvo diverse prescrizioni progettuali, mediante le seguenti prove di laboratorio:
- analisi granulometrica
- determinazione del contenuto naturale d'acqua
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0.40 UNI 2332
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978).
La caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata nella tabella seguente.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni 2000 mc)

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	Corpo del rilevato		*Ultimo strato di cm 30*			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica i B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000

* Su prescrizione delle Direzione Lavori
** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

5.7.9 Prove di controllo in fase esecutiva
L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni presso il Laboratorio autorizzato indicato dalla Direzione Lavori.
I campioni verranno prelevati in contraddittorio.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla Direzione Lavori previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell' Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

5.7.10 Prove di controllo sul piano di posa
Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (ΔQ) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	ΔQ (ml)		
	0.00 - 1.00	1.00 - 2.00	> 2.00
prove di carico su piastra: una ogni	1500 mq	2000 mq	3000 mq
prove di densità in sito: una ogni	1500 mq	2000 mq	2000 mq

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.
La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione etc.).
Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 mc.
Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Appaltatore.

5.7.11 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento
La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.
Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

5.7.12 Prove di laboratorio
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- analisi granulometrica (una almeno ogni 1000 mc di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0.40 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:
- polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 mq)
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 mq)

5.7.13Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali posti in opera saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:
- massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 mc)
- prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 mc)

5.7.14 Prove di controllo sul piano di posa
Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 mq.
Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

5.7.15 Controllo dei materiali riciclati provenienti da demolizione edile
La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

5.7.16 Prove di laboratorio
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU num. 69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles;. sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 mc di materiale da porre in opera.

5.7.17 Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali posti in opera saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:
- massa volumica della terra in sito (una ogni 500 mc)
- prova di carico con piastra circolare (una ogni 500 mc)

5.7.18 Controllo dei materiali riciclati provenienti da demolizione edile
La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

5.7.19 Prove di laboratorio
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU num. 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica ;
- determinazione dell'attività;

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 ton di materiale.

5.7.20 Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali posti in opera saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- massa volumica della terra in sito (una ogni 500 mc)
- prova di carico con piastra circolare (una ogni 500 mc)

5.7.21 Controllo sul geotessile

I prelievi dei campioni saranno eseguiti con le modalità di cui all'art. 1; le prove dovranno essere effettuate a spese dell'Appaltatore presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego e, successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori ogni 10.000 mq di materiale fornito.
Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero .
Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.
Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.
Il polipropilene costituitente dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Massa volumica (g/cmc)	0,90
Punto di rammollimento (°C)	413
Punto di fusione (°C)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.
Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.
Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Appaltatore il relativo onere.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

TABELLA 1
FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI

Classificazione generale	**Prospetto I - Classificazione delle terre**							**Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%**					**Torbe e terre organiche palustri**
Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1 a	A 1 b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica: Frazione passante allo staccio 2 UNI2332 % 0.40 UNI 2332 % 0.075 UNI 2332 %	 ≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	 --- ≤ 50 ≤ 25	 --- ≤ 50 ≤ 10	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	 --- --- ≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0.40 UNI2332 Limite liquido Indice di plasticità	 --- ≤ 6		--- N.P.	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10 (IP ≤ IL-30)	≤ 40 ≤ 10 (IP > IL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa ,pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili		Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche		Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono							Molto elevata		Media	Elevata	Media	

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1 a	A 1 b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media									
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento* Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero Facilmente individuabili a vista

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.

6. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)

6.1 Caratteristiche dei materiali

6.1.1Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.
Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati 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.
Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

6.1.2 Controlli sul cemento

6.1.2.1 Controllo della documentazione

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestati di conformità CE.
Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.
Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.
Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

6.1.2.2 Controllo di accettazione.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato nel cantiere stesso.
Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.
L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.
Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 ton di cemento consegnato.
Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

6.1.3 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.

6.1.3.1 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.
Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R	0.4
	52.5 N, R	
CEM IIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2

Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

6.1.3.2 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.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 3.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

fumo di silice ≤ 7% rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto ≤0,45 k = 2,0
- per un rapporto acqua/cemento prescritto >0,45 k = 2,0 eccetto k = 1,0 per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

6.1.4 Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

- 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.
- La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m3. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 3.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m3. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m3.
- 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.

6.1.5 Aggregati di riciclo
In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possegga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 3.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100%
demolizioni di solo cls e c.a.	⩽ 35	⩽ 30%
	⩽ 25	fino al 60%
riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	⩽ 55	fino al 5%

Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (DM 14/01/2008)

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

6.1.6 Acqua di impasto
Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

6.1.7 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). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' 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

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

	Rck min	a/c max	WR/SF	AE	HE *	SRA	I C
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

Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

DEFINIZIONI:
WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti
AE. Aeranti
HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)
SRA: additivi riduttori di ritiro
IC: inibitori di corrosione.

6.1.7 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:
- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 50 mm), rotoli tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm per il tipo B450C
- reti elettrosaldate (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, 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 CPR 305/2011/CEE.
L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

6.1.7.1 Requisiti

6.1.7.1.1 Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Tipo di Analisi	CARBONIO[a] %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO[b] %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE[a] %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

a = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.
b = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

Valori max di composizione chimica secondo DM 14/01/2008

6.1.7.1.2 Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008).

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Proprietà	Valore caratteristico
fy (N/mm²)	³ 450 α
ft (N/mm²)	≥ 540 a
ft/fy	³ 1,13 b £ 1,35 b
Agt (%)	³ 7,0 b
fy/fy,nom	£ 1,25 b
α *valore caratteristico con p = 0,95* b *valore caratteristico con p = 0,90*	

Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/01/2008

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive:

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

Proprietà aggiuntive

6.1.7.1.3 Prova di piega e raddrizzamento
In accordo con quanto specificato nel DM 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

DIAMETRO NOMINALE (d) mm	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
Ø < 12	4d
12 ≤ Ø ≤ 16	5d
16 < Ø ≤ 25	8 d
25 < Ø ≤ 50	10 d

Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

6.1.7.1.4 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 smax sarà 270 N/mm2 (0,6 fy,nom). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm2 per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2 x 106.

6.1.7.1.5 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 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente :

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
d ≤ 16	5 d	± 4
16 < 25	10 d	± 2,5
25 ≤ d	15 d	± 1,5

Prova carico ciclico in relazione al diametro

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

6.1.7.1.6 Diametri e sezioni equivalenti
Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il DM 14/01/2008.

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

Diametri nominali e tolleranze

6.1.7.1.7 Aderenza e geometria superficiale
I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il DM 14/01/2008. Le tensioni di aderenza devono essere misurate in accordo a quanto riportato nel D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

6.1.7.2 Controlli sull'acciaio

6.1.7.2.1 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 nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.3.5 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 DM 14/01/2008.
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 il leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

6.1.7.2.2 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 D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.2.10.3.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 100 cm 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 Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Caratteristica	Valore Limite	Note
fy minimo	425 N/mm^2	*(450 – 25) N/mm^2*
fy massimo	572 N/mm^2	*[450x(1.25+0.02)] N/mm^2*
Agt minimo	$\geqslant$ 5.0%	*Per acciai laminati a caldo*
Rottura/snervamento	1.11 < *ft/fy* < 1.37	*Per acciai laminati a caldo*
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	*Per tutti*

Valori limite per prove acciaio

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 soddisfati, 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 è 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 100*100 cm.
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).

6.1.7.3 Lavorazioni 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:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
Ø ≤ 16 mm	4 Ø
Ø > 16 mm	7 Ø

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

6.1.7.4 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 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

6.2 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

6.2.1 Classi di resistenza
Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008. 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).

6.2.2 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 3.4 e 3.5 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'impresa (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 ¼ 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).

6.2.3 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:
(aaggr) => 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 di saturo a superficie asciutta);
(aadd) => 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;
(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera.
Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente, considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

6.2.4 Lavorabilità
Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella 3.1.
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. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita 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;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) 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'impresa esecutrice 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 possegga 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.

6.2.5 Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

6.2.6Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

6.2.7 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.
-

6.2.8 Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (tabella 3.1), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di Impiego	CLASSI ESP. AMBIENTALE	Classe resistenza	Rapporto (a/c) max	Contenuto minimo di cemento	Contenuto di aria	D_{MAX}	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento	Copriferro nominale
			C (X/Y)		kg/m^3	(solo per classi XF2, XF3 e XF4)	mm		(solo se necessario)	

Classificazione dei diversi tipi di conglomerato

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

6.3 Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per la Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:
A) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato
B) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato
Il caso B) 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 DM 14/01/2008 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 o committente, 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 DPR n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).
Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:
- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.
Il caso A) è trattato dal DM 14/01/2008 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.
Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.
Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.
Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.
Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.
È compito della Direzione Lavori accertarsi 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.)

6.4 Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.
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 disotto dei +5° 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 a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione 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 (tabella 5.1).

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	*Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)*

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

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.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

6.4.1 Tolleranze esecutive
Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate diseguito per i vari elementi strutturali:
Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:
- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: S = ± 3.0cm
- dimensioni in pianta : S = - 3.0 cm o + 5.0 cm
- dimensioni in altezza (superiore) S = - 0.5 cm o + 3.0 cm
- quota altimetrica estradosso S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate
agli allineamenti di progetto: S = ± 2.0 cm
dimensione in pianta (anche per pila piena): S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle: S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
quota altimetrica sommità: S = ± 1.5 cm
- verticalità per H ≤600 cm S = ± 2.0 cm
- verticalità per H > 600 cm S = ± H/12
Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
- spessore: S = -0.5 cm o + 1.0 cm
- quota altimetrica estradosso: S = ± 1.0 cm
Vani, cassette, inserterie:
- posizionamento e dimensione vani e cassette: S = ± 1.5 cm
- posizionamenti inserti (piastre boccole): S = ± 1.0 cm
- In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

6.4.2 Casseforme
Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali 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 atto a consentire la realizzazione delle opere 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'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo 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.

6.4.2.1 Caratteristiche delle casseforme
Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati;
in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

6.4.2.2 Pulizia e trattamento
Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

6.4.2.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità
L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

6.4.2.4 Disarmo
Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008).
Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

6.4.2.5 Getti faccia a vista
I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.
Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.
I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.
Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla DD.LL., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

6.4.3 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;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

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 dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.
Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.
Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione…) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.
Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

6.4.4 Controlli in corso d'opera

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire 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 dei 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:
1. Identificazione del campione:
   - tipo di calcestruzzo;
   - numero di provini effettuati;
   - codice del prelievo;
   - metodo di compattazione adottato;
   - numero del documento di trasporto;
   - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura…);
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 termostatato 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'Impresa appaltatrice 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. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.
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 14/01/2008.

6.4.5 Controlli supplementari della resistenza a compressione

6.4.5.1 Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.
Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di (h/D) = 1 o = 2 e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

6.4.5.2 Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.
Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

6.4.6 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 dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

6.5 Manufatti prefabbricati

6.5.1 Generalità

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

I manufatti prefabbricati considerati nel presente paragrafo sono i manufatti in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato considerati al punto 11.8 Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ed in carpenteria metallica attraverso il punto 11.3.4.11.2.3 Officine per la produzione di carpenterie metalliche del D.M. 14.01.2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni.
La costruzione ed il controllo di qualità dei manufatti prefabbricati dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute
- nel punto 11.8 Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. e nel il punto 11.3.4.11.2.3 Officine per la produzione di carpenterie metalliche del D.M. 14.01.2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- nelle iIstruzioni C.N.R. 10025/98 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture costruite con sistemi industrializzati", per quanto non in contrasto con il D.M. soprarichiamato.
Ove già non previsti sui disegni di progetto, l'impiego di elementi totalmente o parzialmente prefabbricati è subordinato alla preventiva autorizzazione della direzione lavori, che potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura realizzata con tali elementi, con particolare riguardo alla durata nel tempo ed alla efficienza dei collegamenti, tenendo conto dei fenomeni di ritiro e di viscosità e degli effetti dei carichi alternativi o ripetuti.

6.5.2 Qualificazione degli impianti di prefabbricazione
Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè di opera, dovranno essere certificati ai sensi della norma ISO 9001:2000 ed ottemperare alle procedure di qualificazione previste al punto 11.8.4 del D.M. 14.01.2008; tale qualifica dovrà essere sottoposta, per controllo ed approvazione, alla direzione lavori prima di iniziare la produzione.
Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:
- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, aree di produzione opportunamente coperte e di stoccaggio, modalità di protezione e trasporto ecc;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, etc.
- il laboratorio interno per le prove sui materiali;
- le attrezzature per il controllo dei cicli termici durante la stagionatura;
- le materie prime utilizzate nel ciclo produttivo.

6.5.3 Modalità esecutive
In aggiunta alle prescrizioni indicate al punto 6.4, valgono anche quelle dei seguenti paragrafi.

6.5.3.1 Controllo sulle casseforme
Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali (S = scarto ammissibile):
- lunghezza: S = L/1000 (minimo ± 20 mm)
- sezione (altezza, larghezza, ali): S = L/200 (minimo ± 4 mm)
- spessore anima: S = s/200 (minimo ± 2 mm)

6.5.3.2 Posizionamento armature
Si prescrive:
Armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici):
- 0.0 cm ÷ + 0.5 cm
Armature interne cui è affidata la resistenza strutturale:
il maggiore tra S = + 0.25 cm e S = + h/100
essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale
Armature interne costruttive:
il maggiore tra S = + 1.0cm e S = + h/50
Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a + 3 cm nel caso di armature ordinarie e di + 0,5 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie dove S è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

6.5.3.3 Scassero
Prima di procedere allo scassero dei manufatti si dovrà verificare, per mezzo di prove preliminari, che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione. Per eventuali azioni si dovrà tenere conto dell'attrito della cassaforma, delle azioni dinamiche, della posizione dei punti di sollevamento, etc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi massimi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%.
Tale condizione vale anche per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, anche per l'eventuale armatura di frettaggio.

6.5.3.4 Identificazione e stoccaggio dei manufatti

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Si dovrà rispettare la posizione dei punti di appoggio come da progetto, per non indurre o favorire deformazioni lente e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.
Dovranno essere utilizzati appoggi che riducano al minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo e massimo di stoccaggio.
Ciascun elemento dovrà essere contrassegnato almeno come prescritto al punto 11.8.3.4 del D.M. 14.01.2008 salvo i maggiori dati richiesti per manufatti in cemento armato precompresso.

6.5.4 Trasporto
Modalità e tempi del trasporto del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso. Per il calcolo delle sollecitazioni, ove non più precisamente determinato si assumerà una azione dovuta al peso proprio maggiorato del 30% per trasporto su strada e del 10% per trasporto in area di cantiere.
Si dovranno tenere nel dovuto conto, nel caso del trasporto su strada, delle azioni indotte dalla frenatura e dalla azione centrifuga.
Nel caso di trasporto su parti di opera in costruzione dovrà essere accuratamente predeterminata la fascia di transito e le azioni volte ad impedire la fuoriuscita da tale fascia.

6.5.5 Montaggio
Le operazioni di posizionamento e montaggio devono essere dettagliatamente descritte nel piano di montaggio e varo, che dovrà anche specificare le tolleranze ammesse nel posizionamento, ove già non previste in fase progettuale.
Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza L, salvo più restrittive specifiche progettuali, dovranno essere rispettati i seguenti limiti (s = scarto ammissibile)
- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:
$s = \pm L/2000$ con un massimo di $\pm$ 1 cm
- posizionamento appoggi nel senso trasversale: $s \leq \pm$ 1 cm
- posizionamento altimetrico appoggi:
assoluto: $s \leq \pm$ 0,5 cm
relativo tra appoggi di una stessa travata su una pila: $s \leq \pm$ 2.5 mm
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino
$s \leq \pm$ 0,003 rad
Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate.

6.5.6 Controlli dimensionali e strutturali dei manufatti
Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sull'impalcato finito.
L'elenco dettagliato dei controlli andrà specificato nel P.C.Q. Dovranno comunque essere effettuati i seguenti controlli:
la misura delle deformate all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti. Il P.C.Q. dovrà specificare quali sono le grandezze da rilevare: ad esempio, nel caso di travi precompresse, andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni 5 questa misura andrà ripetuta dopo 3 giorni dalla tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo;
il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci (10) prodotti;
I controlli dimensionali sono da intendersi positivi, salvo limitazioni più restrittive previste in progetto, quando vengono rispettate le seguenti tolleranze (S = scarto ammissibile):
- lunghezza delle travi: $S = \pm L/1000$ con un massimo di $\pm$ 2 cm
- dimensioni globali della sezione (altezza, larghezza delle ali etc.):
$S = L/200$ con un massimo di 4 mm
- spessore delle anime: $S = \pm s/100$ con un massimo di $\pm$ 3 mm
- la prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n. 3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista nel P.C.Q. in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta sui tre primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione.

6.5.7 Controlli e documentazione
Devono essere osservate tutte le prescrizioni del D.M. 14.01.2008 Punto 11.8.5 circa controlli, prove e relativa documentazione (tenuta dal "Registro di produzione" ecc.). Copia di tutti i documenti previsti deve essere presentata, se richiesta, alla direzione lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

In ogni caso, per tutte le travi o altri manufatti, negli stabilimenti o nei cantieri di prefabbricazione a piè d'opera, devono essere trascritti, nel "Registro di produzione", i seguenti dati:
a) sigla o contrassegno del manufatto riferita al disegno di monitoraggio;
b) peso del manufatto;
c) data e ora di fine getto;
d) data e ora di rilascio di trecce/trefoli (per strutture pre-tese) o di tesatura dei cavi o barre (per strutture post-tese);
e) tensione di tesatura delle armature di precompressione;
f) per i manufatti pre-tesi allungamento a campione sul 30% di trecce/trefoli diritti e su tutti quelli eventualmente deviati;
g) per i manufatti post-tesi allungamento parziale e totale di ogni cavo o barra;
h) controfascia dei materiali impiegati;
i) caratteristiche dei materiali impiegati.
Il presente "Registro di produzione" si intende integrativo rispetto a quello obbligatorio per norma, menzionato al punto 11.8.3.1 del D.M. 14.01.2008.
I dati di cui al punto a, b, c, unitamente al nome del Produttore, dovranno essere riportati, sulle travi, con vernice indelebile o targhe metalliche, in un punto visibile dalla zona di ispezione del pulvino.

7. COSTRUZIONI IN ACCIAIO OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

7.1 Generalità

Per le opere strutturali di carpenteria metallica si fa riferimento alla normativa richiamata nella parte generale del presente C.S.A. ed in particolare al D.M. 14.01.2008, "Nuove norme tecniche per le costruzioni" ed ai riferimenti tecnici ivi richiamati sub Punto 12 ed alla circolare 02.02.2009 n° 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".
L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 num. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» e della legge 02/02/1974 num. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (ove applicabile).
Obblighi dell'Appaltatore
Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dagli elaborati progettuali, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.
L'Appatatore dovrà, nel più breve tempo possibile, presentare alla Direzione Lavori , le distinte di tutti i materiali, comprese le vernici, occorrenti per la costruzione delle strutture metalliche principali, corredati delle copie degli ordini e delle relative conferme d'ordine da parte delle singole ferriere o stabilimenti produttori a cui sono stati commissionati detti materiali.
Per quanto riguarda il computo metrico e le distinte si precisa, inoltre, che ciascuna voce dovrà riportare l'indicazione della qualità del materiale destinato alla formazione delle varie strutture costituenti la travata, le dimensioni, il numero dei pezzi, il peso, il numero del disegno di progetto a cui si riferisce, nonché il numero di posizione e marca d'officina, risultante dai disegni d'officina che dovranno essere allegati in duplice copia a corredo del computo metrico e delle distinte medesime.
Le richieste di collaudo dei materiali grezzi approntati dovranno essere indirizzate, con un anticipo di almeno 15 (quindici) giorni, alla Direzione Lavori .
Per i materiali già approvvigionati nella propria officina, l'Appaltatore dovrà far pervenire al predetto indirizzo, la relativa richiesta di collaudo.
Resta, altresì, inteso che l'eventuale errata ordinazione dei materiali alle ferriere o stabilimenti produttori non esonera l'Appaltatore dalle conseguenze derivanti e che i collaudi dei materiali ordinati all'estero verranno effettuati solo in Italia, presso l'officina dell'Appaltatore.
Resta infine tassativamente inteso che le eventuali sostituzioni o varianti, sia nei profili, sia nelle strutture, che l'Appaltatore intendesse apportare rispetto alle indicazioni contenute nei disegni approvati, dovranno essere esclusivamente e preventivamente richieste, indicandone i motivi, alla Direzione Lavori che, a suo insindacabile giudizio le potrà autorizzare o meno.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nel caso che all'Appaltatore non riesca possibile l'approvvigionamento dei larghi-piatti di laminazione, è consentito che gli stessi vengano ricavati da lamiere mediante taglio alla fiamma ossiacetilenica con speciale dispositivo meccanico (è vietato l'uso della cesoia), senza però che possano essere pretesi compensi a parte, nel qual caso i vari pezzi dovranno essere ricavati in maniera tale che il senso di laminazione delle lamiere coincida con il senso dello sforzo predominante nei pezzi stessi.
La superficie dei tagli dovrà essere convenientemente rifinita mediante molatura in modo da eliminare difetti locali, sbavature e irregolarità; le tolleranze sul pezzo finito dovranno essere le stesse stabilite per i larghi piatti di laminazione.
I larghi piatti, le piastre, ecc., dovranno essere ricavati da lamiere preventivamente collaudate e punzonate e dopo che sui singoli pezzi da ricavare, già tracciati sulle lamiere stesse a cura dell'Appaltatore, sarà stato apposto il punzone da parte della Direzione Lavori.
Per quanto concerne le distinte di ordinazioni, si precisa che, qualora non sia possibile l'approvvigionamento dei larghi-piatti di laminazione, l'Appaltatore è tenuto a presentare, una distinta relativa alle lamiere, nella quale vengano segnalati il numero, le dimensioni, la quantità e le marche di officina dei pezzi che verranno ricavati da ognuna di esse.
Dovranno essere presentati altresì gli schemi di taglio con l'indicazione grafica, in opportuna scala, delle strisce e delle piastre che verranno ricavate dalle lamiere, il numero, le dimensioni dei pezzi e le relative marche di officina.
Detti schemi di taglio dovranno essere presentati anche per quanto riguarda i profili laminati ordinati in barre di lunghezza commerciale.
L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Qualità e caratteristiche dei materiali da impiegare

7.1.1 Strutture principali

7.1.1.1 Materiali soggetti a trattamento superficiale protettivo
Per la realizzazione delle strutture principali quali travi portanti, controventi, coprigiunti, piastre e squadrette di nodo, l'acciaio dovrà corrispondere alle seguenti qualità:
- S275J0/S275J2G3 (ex Fe 430 C/D1)
  UNI EN 10025 per prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
  UNI EN 10210 per profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
  UNI EN 10219 per profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e agrano fine per strutture saldate
- S355J0/J2G3/K1G3 (ex Fe 510 C/D1/DD1)
  UNI EN 10025 per prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
  UNI EN 10210 per profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
  UNI EN 10219 per profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e agrano fine per strutture saldate

Tutti i materiali delle strutture principali destinati ad essere saldati saranno di grado J2G3 (ex D1) e K2J3 (ex DD1).
I prodotti realizzati in S275J2G3 (ex Fe 430 D1) e S355J2G3 (ex Fe 510 D1) dovranno essere normalizzati e a grana fine.
Il grado qualificativo JO (ex C) potrà essere impiegato solo se allo stato completamente calmato (FF) e normalizzato. La scelta del grado di qualità, in assenza di dati più precisi, sarà operata secondo le indicazioni della seguente tabella:

Temperatura a cui eseguire le prove di resilienza Charpy V (Valore minimo richiesto sulla media di tre provette standard: 27 J)		
Spessore dell'acciaio (mm)	Elementi importanti sollecitati prevalentemente a trazione o a fatica (anche se compressi)	Elementi importanti sollecitati a compressione statica o elementi secondari
$s \leq 25$	T=Tm	T=Tm + 20
$25 < s \leq 40$	T=Tm - 10	T=Tm +10
$40 < s \leq 50$	T=Tm -20 (1)	T=Tm
$s > 50$	T=Tm - 20	T=Tm
	T=Tm (1)	

T = Temperatura a cui eseguire la prova Charpy V (°C)
T_M = TEMPERATURA MINIMA DI SERVIZIO (°C) DA STABILIRE IN BASE AD ACCORDI
(1) = Prova CTOD con $d_{min} > 0,2$ mm
Le caratteristiche meccaniche dovranno essere in accordo con quanto indicatola punto 11.3 delle Norme Tecniche sulle costruzioni nelle
- Tabelle 11.3.IX Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Tabelle 11.3.X Laminati a caldo con profili a sezione cava

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

che si intendono qui integralmente richiamate.
Le caratteristiche chimiche chimiche dovranno essere in accordo a quanto previsto dalla UNI EN 10025 con le seguenti limitazioni:
Acciaio S275 (ex Fe 430)
Limiti di composizione chimica su colata per elementi interessati da saldatura:
Ceq= C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 ≤ 0,38% per t ≤ 40 mm
Ceq ≤ 0,40% per t > 40 mm e per profili
E' ammesso su prodotto uno scostamento max di 0,02% rispetto ai valori indicati su colata.
Acciaio S355 (ex Fe 510)
Limiti di composizione chimica su colata per elementi interessati da saldatura:
- Ceq = < 0,43 % per t ≤ 40 mm
- Ceq ≤ 0,45% per t > 40 mm e per profili
E' ammesso su prodotto uno scostamento max di 0,02 % rispetto ai valori indicati su colata.
Per elementi interessati da saldatura, i contenuti di zolfo e silicio dovranno rispettare le seguenti limitazioni:
- S < 0,012% per lamiere di qualsiasi spessore
- S < 0,035% per i profili laminati
- S < 0,35
Per lamiere in acciaio S275 (ex Fe 430) e S355 (ex Fe 510), con spessore > 15 mm e interessate da saldatura, si dovrà eseguire un controllo ultrasonoro con le modalità della classe B ai sensi della norma UNI EN 10160 Per le lamiere destinate alla composizione di profili per saldatura a piena penetrazione e soggette a sforzi nel senso trasversale alla direzione di laminazione, se ne dovrà controllare la duttilità con prova di trazione trasversale secondo la norma UNI EN 10164, classe di qualità Z25.
Per elementi strutturali non destinati ad essere saldati valgono le indicazioni della norma UNI EN 10025 per acciaio S275 30 (ex Fe 430 C) e S355 30 (ex Fe 510 C). E' ammessa in questo caso la calmatura al Silicio.
Per elementi destinati ad essere saldati la calmatura dovrà essere effettuata all'alluminio.
SULLE LAMIERE CON SPESSORI > 40 MM DOVRANNO ESSERE ESEGUITE 3 PROVE CTOD (CRACK TIP OPENING DISPLACEMENT) SECONDO UNI 9159 SU UNA TERNA DI PROVETTE RICAVATE PER OGNI SPESSORE DI COLATA, LE PROVE DOVRANNO ESSERE ESEGUITE ALLA TEMPERATURA MINIMA DI SERVIZIO T_M, IL VALORE MINIMO ACCETTABILE SARÀ δ_M=0,2 MM

7.1.1.2 Materiali autoprotetti
E' ammesso l'impiego di materiale autoprotetto nei confronti della corrosione atmosferica, Fe 510 C2KI e Fe 510 D2KI.
Le caratteristiche meccaniche e chimiche dovranno essere in accordo a quanto prescritto dalla Norma EU 155/80 con le seguenti limitazioni:
Composizione chimica su colata Ni ≥ 0,25%
Ceq ≤ 0,49% per t < 40 mm e profili
Ceq ≤ 0,53% per t < 40 mm e profili
E' ammesso su prodotto uno scostamento max di 0,02% rispetto ai valori indicati su colata.

7.1.1.3 Prove sui materiali
I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.
Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, in conformità con le prescrizioni di cui al punto 11 Materiali e prodotti per uso strutturale del D.M. 14.01.2008.
Sui materiali si dovranno eseguire tutte le prove sia obbligatorie che facoltative individuate dalle tabelle UNI EN 10025 corrispondenti, dandone adeguata certificazione.
Al riguardo resta stabilito quanto segue:
- per i profilati, piatti, larghi piatti e lamiere si dovranno eseguire prove meccaniche e chimiche su tre campioni prelevati per ogni 400 KN, o frazione, di materiale ricavato da una stessa colata e aventi spessori che non differiscano fra loro più di 4 mm. (per i ferri a C, a T e a doppio T si fa riferimento allo spessore delle ali);
- per i piatti, larghi piatti e lamiere destinati alla composizione dei profili saldati, dovranno essere eseguite, oltre alle prove relative al controllo delle caratteristiche meccaniche previste ai sensi della UNI EN 10025, anche le prove, da concordarsi con il fornitore all'atto dell'ordinazione dei materiali da parte dell'Appaltatore, relative ai limiti aggiuntivi
indicati al paragrafo "Materiali Soggetti a Trattamento Superficiale Protettivo";
- su tutti i materiali impiegati dovrà inoltre eseguirsi il controllo delle condizioni superficiali e delle caratteristiche dimensionali;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- il collaudo dei materiali potrà essere effettuato, alla presenza di un rappresentante della Direzione Lavori del Committente, oltre che presso i fornitori, anche presso l'officina dell'Appaltatore. Le prove potranno essere effettuate presso un laboratorio ufficiale o comunque tecnologico in possesso dei certificati di taratura delle macchine rilasciati da organismo ufficiale riconosciuto dallo Stato e dovranno essere eseguite in presenza di un rappresentante della Direzione Lavori del Committente.
La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.
A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la DirezioneLavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.
Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.
La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della Legge 05/11/1971 num. 1086 ed art. 59 del DPR 380/2001.
Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.
Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore, che verrà consegnato in originale alla Direzione Lavori.
Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.
L'Appaltatore è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.
L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

7.1.2 Strutture secondarie
Per le strutture secondarie quali parapetti, orditure minute ed altri elementi estranei alla struttura principale è ammesso, salvo diverse prescrizioni sugli elaborati di progetto, l'impiego di materiale S235JR (ex Fe 360 B) UNI EN 10025.

7.1.3 Chiodi
I chiodi ribaditi a caldo dovranno essere del tipo a testa tonda stretta ai sensi delle tabelle UNI 136 e UNI 139 e costituiti con materiale secondo la norma UNI EN 10263.
Sui chiodi finiti dovrà essere effettuato il controllo dimensionale e si verificherà, mediante 3 prove supplementari su provini da essi ricavati, che dopo l'operazione di stampaggio non siano avvenute sul materiale trasformazioni tali da alterare le caratteristiche meccaniche accertate sul tondo originario.

7.1.4 Bulloni
I bulloni saranno unicamente del tipo "ad alta resistenza" ai sensi della CNR 10011, si avranno pertanto:
- Viti secondo UNI EN 14399
- Dadi secondo UNI EN 14399
- Rondelle (Rosette) secondo UNI EN 14399
- Piastrine secondo UNI 5715-5716

La classe del bullone sarà selezionata in funzione del tipo di giunto da realizzare, ed in particolare:
- Per giunti con bulloni a taglio: Viti di classe 8.8 UNI EN 898 - Dadi di classe 6S
- Per giunti ad attrito: Viti di classe 10.9 UNI EN 898 - Dadi di classe 8G

In entrambe le tipologie rondelle e piastrine saranno in acciaio C50 UNI EN 10083-1 temperato e rinvenuto HRC 32÷40.
Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche e meccaniche dei materiali indicati si rimanda ai prospetti II e III della UNI EN 20898 parte 1a, con eccezione per la prova di resilienza che deve essere condotta a - 20°C anziché a temperatura ambiente.
Le prove, da eseguirsi ai sensi della UNI EN 20898 parte la, saranno almeno le seguenti:

VITI
- Prova di trazione su provetta
- Prova di trazione su appoggio a cuneo
- Prova di durezza
- Prova di tenacità della testa solo per viti con d<16 mm
- Prova di resilienza
- Controllo di decarburazione
- Prova di rinvenimento
- Controllo dimensionale ed esterno
- Analisi chimica

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

DADI - Prova di durezza
- Prova di allargamento
- Esame difetti superficiali
- Analisi chimica

Viti e Dadi dovranno essere opportunamente contrassegnati come di seguito indicato:
- Indicazione del produttore (marchio)
- Classe di resistenza

Il contrassegno sarà eseguito per le viti in rilievo sulla testa all'atto della ricalcatura, per i dadi sulle facce laterali in profondità.

7.1.5 Connettori

Per la selezione della forma dei connettori si fa riferimento alle istruzioni CNR 10016.
Per quanto riguarda il materiale impiegato si dovranno rispettare, oltre alle prescrizioni del punto 11.3.4.7 delle Norme tecniche sulle costruzioni, quanto sotto indicato:

7.1.5.1 Connettori a piolo

Acciaio idoneo per il processo di formazione dello stesso e compatibile con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli; esso dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche sul prodotto pari a:
- fy ≥ 350 N/mm2
- fu ≥ 450 N/mm2
- Allungamento f ≥ 15%
- Strizzone Z ≥ 50%

Composizione chimica contenuta entro il limiti di cui al prospetto B.2 dell'appendice B delle istruzioni CNR 10016 con limitazione della somma dei contenuti di P e S < 0,07.
Il carbonio equivalente dovrà risultare <0,30 rilevato applicando la formula suggerita da I. I.W per i materiali non legati o debolmente legati.
Tutti i pioli saranno sottoposti ad esame visivo per accertare che il collarino metallico esistente alla base dopo la saldatura non presenti discontinuità. Nel caso si rilevassero discontinuità, il collarino va ripristinato con elettrodi rivestiti.
Su almeno il 5% dei pioli verrà eseguita una prova di piega ai sensi delle Istruzioni CNR 10016, consistente nel piegamento a 30° a colpi di mazza, controllando che non avvenga alcuna incrinatura nella giunzione saldata. In caso di rottura di almeno il 5% dei pioli presenti, tutti i pioli della stessa membratura saranno provati alla mazza.
Non è ammessa presenza di cricche nella saldatura dei pioli.

SALDATURE

Per i metodi di calcolo e di verifica si dovrà fare riferimento alle prescrizioni delle Norme tecniche sulle costruzioni e, per quanto non in contrasto con esse, alleindicazioni contenute nelle istruzioni CNR 10011.
Per quanto riguarda le prescrizioni concernenti il dimensionamento dei singoli giunti, i campi ed i limiti di impiego delle varie tipologie, i criteri di preparazione dei lembi di esecuzione e controllo delle saldature, si dovrà fare specifico riferimento alle delle Norme tecniche sulle costruzioni punto 11.3.4.5 Processo di saldatura ed alle procedure e norme in esso richiamate.

7.1.6 Progetto e processo di saldatura

Fermo restando quanto disposto al precedente punto per quanto riguarda il progetto e la realizzazione delle strutture saldate, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ai seguenti adempimenti:
a) In conformità alle prescrizioni del punto 11.3.4.5 il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI ISO 3834:2006 parti 2 e 4;
b) prima dell'approvazione del progetto esecutivo da parte della Direzione Lavori, dovrà esibire il parere favorevole dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro ente certificato di gradimento della Direzione Lavori sulle modalità di esecuzione, le tipologie, i procedimenti di saldatura ed i materiali di apporto che si intendono impiegare;
c) tutti i saldatori nei procedimenti semiautomatici e gli operatori dei procedimenti automatici dovranno essere qualificati. Durante le lavorazioni in officina le strutture saldate e/o in corso di saldatura dovranno essere sottoposte al controllo del predetto Istituto, che provvederà all'esame della preparazione dei lembi e di tutte le saldature, ad assistere ai controlli magnetoscopici e con liquidi penetranti, o ad eseguirli direttamente, ad effettuare gli esami con ultrasuoni, ed alla lettura delle radiografie, che saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore sotto il controllo dell'Istituto medesimo;
d) per quanto riguarda la saldatura che si prevede di realizzare con procedimento automatico, il costruttore dovrà conseguire la pertinente certificazione secondo la norma UNI EN ISO 15614:2005 e presentarla alla Direzione Lavori, prima dell'inizio delle operazioni di saldatura;
e) le saldature non dovranno essere verniciate prima che siano state controllate dalla Direzione Lavori;
f) tutte le saldature dovranno essere effettuate in officina salvo preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

7.1.7 Controlli
Fermo restando quanto disposto al precedente punto per quanto riguarda il progetto e la realizzazione delle strutture saldate, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ai seguenti adempimenti:
Fermo restando quanto disposto dalle istruzioni CNR 10011, si precisa che dovranno essere eseguiti almeno i seguenti tipi di prove:
- esame radiografico al 100% dei giunti di testa;
- esame ultrasonoro al 100% dei giunti a T a piena penetrazione;
- controllo magnetoscopico ed esame macrografico ad almeno il 30% dei cordoni dei giunti d'angolo.
Si precisa inoltre che:
- per tutti i giunti saldati in qualsiasi tipo dovrà effettuarsi il controllo visivo e dimensionale al 100%;
- in tutte le travi saldate dovranno essere previste opportune espansioni (talloni), dello stesso materiale, sulle quali dovranno essere misurate le durezze in zona fusa, in zona termicamente alterata e nel metallo base. Tale controllo, che sarà esteso almeno al 10% dei giunti delle travi saldate ed eseguito in almeno tre punti di una stessa zona, dovrà accertare che in nessun punto la durezza Vickers HV 30 ecceda il valore di 2700 N/mm2 per l'acciaio S275 e 3500 N/mm2 per l'acciaio S355;
- tutte le saldature sottoposte a collaudo dovranno essere punzonate da parte del suddetto Istituto e il punzone apposto dovrà essere protetto in maniera da essere sempre visibile fino all'accettazione definitiva della travata.
In base a quanto effettuato, l'Istituto rilascerà al Costruttore un certificato di conformità delle saldature ai requisiti stabiliti; detto certificato dovrà essere presentato alla Direzione Lavori del Committente prima dell'accettazione delle strutture premontate in officina.
Per quanto riguarda gli interventi indicati, l'Appaltatore dovrà comunicare, con almeno 10 giorni di anticipo, al predetto Istituto e alla Direzione Lavori, le date in cui, volta per volta, possono essere eseguiti i controlli. L'Istituto effettuerà entro 10 giorni le ispezioni, dandone comunicazione alla Direzione Lavori la quale si riserva di presenziare o meno ai controlli.
Di ogni controllo effettuato, sarà redatto, da parte dell'Istituto, apposito verbale in contraddittorio con l'Appaltatore e con i rappresentanti della Direzione Lavori, se presenti.
In tale verbale dovrà essere opportunamente evidenziato:
- il tipo di saldatura controllata e relative caratteristiche con l'indicazione dei parametri di saldatura adottati;
- il tipo di controllo effettuato;
- la percentuale degli elementi saldati sottoposti a collaudo;
- le strumentazioni adottate, tipo e marca degli eventuali apparecchi;
- i parametri con i quali sono stati eseguiti i vari controlli radiografici, ultrasonori e magnetici;
- la rappresentazione grafica delle eventuali durezze accertate sui talloni;
- l'elenco dettagliato della difettologia riscontrata;
- l'elenco dettagliato delle riparazioni prescritte. (Le zone dovranno essere marcate con vernice gialla per la loro individuazione all'atto dell'accettazione delle strutture premontate).

BULLONATURE
7.1.8 Generalità
Le giunzioni bullonate di elementi strutturali di rilevanza statica, quali travi principali, diaframmi, controventi di torsione etc. sono da prevedersi mediante l'impiego dei seguenti procedimenti:
- Bulloni a taglio con accoppiamento di precisione, con gioco foro-bullone, comprensivo delle rispettive tolleranze, non superiore a 0,3 mm per $\phi \leq 20$ mm e non superiore a 0,5 mm per $\phi > 20$ mm;
- Bulloni ad attrito, con coefficiente di attrito f = 0,3.
I bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.
Per quanto riguarda le giunzioni di elementi secondari, quali parapetti, travi d'impalcato etc., si prevedono giunti con bulloni al taglio di caratteristiche correnti, ai sensi delle Istruzioni CNR 10011.
I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) ed una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).
Su una stessa struttura potranno essere adottati bulloni di tipologie diverse, a taglio o ad attrito, ma in tal caso:
- dovranno essere identificabili a vista;
- dovranno essere chiaramente indicate nei disegni di progetto e d'officina le diverse lavorazioni imposte per i fori e le relative tolleranze massime.

7.1.9 Giunzioni con bulloni a taglio
Sono ammessi bulloni con diametro 12-14-16-18-20-22-24-27 mm.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nel progetto del giunto si dovrà tener conto, nella definizione di pinze, truschini e interassi, della possibilità di alesatura a diametro superiore.
Non sono ammessi disassamenti dei fori che non consentano il passaggio del bullone previsto. Nel caso non sono ammesse ovalizzazioni di sorta, ma si dovrà procedere ad alesatura a diametro superiore, con sostituzione dei bulloni interessati.
Per quanto riguarda l'ortogonalità tra asse del bullone e superficie bullonata, è consentita un'obliquità ≤ 1°.
Tutti i bulloni dovranno essere adeguatamente serrati, ed in particolare:
Bulloni soggetti anche a carico assiale: serraggio al 100% del valore tabellare di cui alle istruzioni CNR 10011 :
Bulloni soggetti unicamente a taglio: è ammessa una riduzione del serraggio all'80% dei valore tabellare, purché si indichi nel contempo l'adeguato provvedimento contro l'autosvitamento del bullone, se necessario. E' comunque richiesto al riguardo che i bulloni con asse verticale siano posizionati con la testa in alto. Per quanto riguarda le attrezzature e le procedure di serraggio e controllo si richiama quanto riportato per le giunzioni ad attrito.

7.1.10 Giunzioni con bulloni ad attrito
Per quanto riguarda le portate dei bulloni ad attrito con f = 0,3, si dovrà far riferimento a quanto riportato nelle istruzioni CNR 10011.
Sono ammessi bulloni con diametri 12-14-16-18-20-22-24-27 mm.
Non sono ammessi disassamenti dei fori che non consentano il passaggio del bullone previsto. Nel caso, non sono ammesse ovalizzazioni ma si dovrà procedere ad alesatura a diametro superiore con adeguata sostituzione dei bulloni interessati.
Per quanto riguarda l'ortogonalità tra asse del bullone e superficie bullonata, è consentita un'obliquità ≤ 1°.
Nella progettazione del giunto si dovrà tener conto, nell'accoppiamento degli elementi da giuntare e nel posizionamento dei relativi coprigiunti, se presenti, dell'influenza delle tolleranze di esecuzione in relazione agli spessori in gioco.
In particolare nelle giunzioni con coprigiunto si dovrà valutare l'efficienza delle file di bulloni prossime alla sezione di giunto, provvedendo eventualmente ad un incremento del numero di bulloni, qualora se ne ravvisasse la necessità.
Tutti i bulloni dovranno essere accuratamente serrati al 100% del valore tabellare previsto dalle istruzioni CNR 10011. Si dovrà eseguire un altrettanto accurato controllo e se ne dovrà fornire adeguata certificazione. Al riguardo si danno le seguenti prescrizioni:
- La geometria del giunto dovrà essere progettata tenendo in debito conto l'importanza del serraggio e del relativo controllo;
- Il serraggio dei bulloni può essere eseguito con chiavi pneumatiche purché dotate di limitatore di coppia;
- Il controllo di serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica, o con altro idoneo dispositivo, che garantisca una precisione di ± 5%. Tale controllo dovrà essere eseguito su almeno il 20% dei bulloni, scelti in modo da interessare tutta l'estensione del giunto in esame. Se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso al 100% del giunto;
- I bulloni che risultassero serrati con coppia maggiore di oltre il 5% rispetto a quella prescritta saranno scartati e sostituiti.
Per le operazioni di serraggio si dovrà procedere come segue:
a) Predisposizione del giunto nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine", in grado d'irrigidire convenientemente il giunto stesso e consentire l'adeguata corrispondenza dei fori;
b) Serraggio dei bulloni con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, iniziando dai bulloni interni al giunto e procedendo verso quelli esterni;
c) Completamento del serraggio al 100% di coppia con sequenza simile a quella precedentemente indicata.
Per il controllo del serraggio si procederà nel modo seguente:
d) Contromarcatura di dado e vite per identificarne la posizione relativa;
e) Allentamento del dado con una rotazione almeno pari a 60°;
f) Serraggio del dado con la coppia prescritta e controllo del ritorno alla posizione originale.

7.1.11 Tolleranze
Nei riguardi delle tolleranze e delle qualità di lavorazione, dovrà considerarsi bulloneria di grado A UNI EN ISO 4759 parte 1a.

7.1.12 Protezioni dei bulloni
I bulloni, completi di rondelle, dovranno essere immersi in bagno di opportune sostanze protettive, approvate dalla Direzione Lavori.

7.1.13 Presentazione ed imballaggio
Le giunzioni bullonate di elementi strutturali di rilevanza statica, quali travi principali, diaframmi, controventi di torsione etc. sono da prevedersi mediante l'impiego dei seguenti procedimenti:
I bulloni, completi di rondelle, dovranno essere forniti entro robusti contenitori che abbiano la possibilità di essere sigillati mediante piombatura.
Su ogni contenitore deve essere apposto un cartellino sul quale dovranno essere riportati:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- la denominazione del fornitore;
- la classe di resistenza;
- il numero dei pezzi contenuti e le loro dimensioni;
- il numero distintivo del lotto di appartenenza;
- gli estremi dell'ordinazione.

7.1.14 Collaudo bulloni

Per quanto riguarda le modalità di collaudo, vale quanto prescritto nella Tabella UNI EN 3269, precisando che dovranno essere presentati al collaudo lotti indipendenti costituiti da non più di 2.000 bulloni.
Si precisa, inoltre, che dovranno essere messe a disposizione del collaudatore le apparecchiature necessarie per l'esecuzione delle prove tecnologiche e meccaniche, nonché la serie di calibri e sagome necessarie per l'esecuzione del controllo dimensionale.
Allorché l'esito del collaudo dei materiali costituenti un lotto sia stato positivo, il collaudatore provvederà ad apporre il contrassegno di collaudo, con il punzone metallico, su piombo "sigillato" del contenitore.
Se in conseguenza solo dell'esito del controllo dimensionale ed esterno, il lotto dovesse essere rifiutato, il fornitore ha la facoltà di effettuare una cernita al 100% dei pezzi del lotto e di ripresentarlo all'accettazione.
I materiali presentati al collaudo non possono essere sostituiti né totalmente né possono essere scambiati da lotto a lotto.
I lotti rifiutati al collaudo, opportunamente contrassegnati, devono essere tenuti a disposizione delle unità di collaudo fino al termine della fornitura, salvo autorizzazione in contrario, da richiedere specificatamente per iscritto alla Direzione Lavori.
Le unità di prodotto trovate difettose al montaggio, o nei successivi controlli, benché facenti parte di un lotto accettato, dovranno essere completamente sostituite.

GIUNZIONI CHIODATE

La geometria della giunzione dovrà tener conto della durabilità dell'opera oltre che della resistenza. Sarà quindi concepita in modo da prevenire per quanto possibile la corrosione locale, rispettando nel contempo pinze, truschini ed interassi di norma, nonché esigenze di controllo, manutenzione ed eventuale ripristino.
Sono ammessi chiodi con diametro nominale 10, 13, 16, 19, 22 e 25 mm e, ordinatamente, fori con diametro pari a 10.5, 14,17, 20, 23 e 26 mm. I diametri dei fori saranno assunti tanto per la verifica di resistenza della chiodatura quanto per la valutazione dell'indebolimento della sezione.
Non sono ammessi disassamenti dei fori corrispondenti degli elementi chiodati. Nel caso, non sono ammesse ovalizzazioni di sorta, ma si dovrà procedere ad alesatura a diametro superiore, con sostituzione dei chiodi interessati. Di questo si dovrà tener debito conto nella definizione di pinze, truschini ed interassi del giunto in questione.

TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo.
L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici, che saranno finite mediante:
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accurata mente chiusi con materiali sigillanti.
La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali ferrosi già lavorati, mediante immersione in zinco fuso (zincatura a caldo) conformemente alle indicazioni della UNI EN ISO 1461 e della UNI EN ISO 1460; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e comunque su precisa autorizzazione della Direzione lavori.
Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

LAVORAZIONI

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:
- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.
Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
La foratura diretta al trapano con diametro definitivo dei fori, o l'alesatura a diametro definitivo dei fori preventivamente eseguiti a diametro convenientemente ridotto, dovranno essere eseguite in una sola volta con particolare rigore specialmente per i fori per l'attacco delle membrature principali; a tale scopo la travata da costruire verrà montata completa in ogni parte, con l'ausilio di idonei bulloni e spine di montaggio e solo allora potrà essere effettuata la foratura diretta al trapano o l'alesatura dei fori sovrapposti negli attacchi delle varie membrature.
E' vietato l'uso di puntature per l'assemblaggio dei pezzi.
In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:
- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
Affinché la Direzione Lavori sia messa in grado di esercitare il necessario controllo, è fatto obbligo all'Appaltatore, quando avrà effettuato il montaggio completo provvisorio della travata e dopo che siano state eseguite le forature dirette o le alesature, di avvertire, con un anticipo di almeno 15 (quindici) giorni la Direzione Lavori per l'accettazione provvisoria.
All'atto dell'accettazione provvisoria, la travata dovrà risultare priva di chiodature o bullonature.
Dovranno essere eseguite, secondo le norme antinfortunistiche in vigore, idonee impalcature per permettere il controllo di tutte le membrature, unioni ecc.; in mancanza, la visita di accettazione sarà rinviata, restando a carico dell'Appaltatore ogni dannosa conseguenza.
I materiali lavorati e verniciati con una mano di vernice antiruggine saranno pronti per la spedizione a pié d'opera.
Tutte le forature dovranno essere eseguite al trapano, restando escluso l'uso del punzone; i tagli debbono essere eseguiti alla fiamma osiacetilenica mediante speciale dispositivo meccanico, restando escluso l'uso della cesoia.
Le superfici dei tagli dovranno poi essere convenientemente rifinite con una lavorazione meccanica e quelle tra esse che dovranno ricevere la saldatura dovranno essere accuratamente preparate.
Nei pezzi da incurvare, l'incurvatura dovrà essere eseguita a caldo (rosso vivo) lasciando poi raffreddare i pezzi lentamente.
E' proibito continuare a incurvare un pezzo quando esso non abbia più colore rosso.
Infine, quando i piatti e larghi-piatti (ovvero le strisce ricavate da lamiere) vengono accoppiati per formare strutture composte (come ad esempio le travi a T), essi dovranno essere rifiniti convenientemente con opportune lavorazioni in modo da rispettare le quote previste dai disegni e le tolleranze prescritte.
La Direzione Lavori verificherà, tra l'altro che le dimensioni dei singoli pezzi siano corrispondenti a quelle di progetto, tenuto conto delle tolleranze prescritte.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di rifiutare, oltre quelli che presentino difetti di lavorazione, i pezzi che abbiano anche una sola delle dimensioni inferiore a quella prescritta, tenuto conto della eventuale tolleranza ammessa, restando a totale carico dell'Appaltatore tutti gli oneri che ne deriveranno.
Resta inteso che tutti i materiali che verranno impiegati in sostituzione di quelli rifiutati dovranno essere preventivamente collaudati con le stesse modalità di quelli accettati, già descritte nel presente articolo, restando a carico dell'Appaltatore l'eventuale ritardo rispetto ai termini contrattuali.
L'Appaltatore non potrà pretendere compensi o indennizzi di sorta, né variazioni dei prezzi contrattuali per i pezzi che risulteranno di dimensioni eccedenti rispetto a quelle di progetto.

TOLLERANZE

7.1.15 Tolleranze su profilati e lamiere
Per i profilati dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nelle seguenti norme UNI:

Profilati	Norma
HE	UNI 5397-78
IPE	UNI 5398-78
UPN	UNI EN 10279
ANGOLARI	(EVS6-84)

Per le lamiere dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nella norma UNI EN10029 ove per quanto riguarda le tolleranze dimensionali sullo spessore deve essere adottato lo scostamento inferiore tipo B, mentre per quanto riguarda la planarità dovranno essere adottate le tolleranze ristrette.

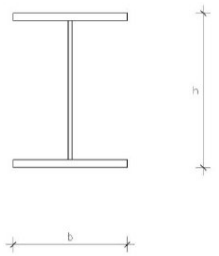
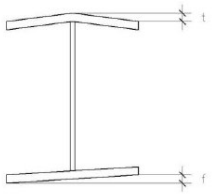
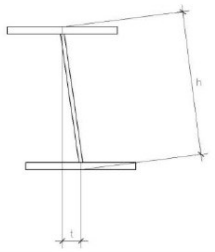
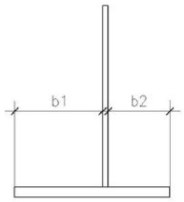
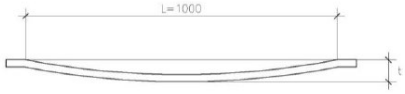
Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

7.1.16 Tolleranze delle travi saldate

Per le travi saldate a doppio T saranno valide le tolleranze dimensionali riportate nelle tabelle che seguono.

A) Tolleranze lungo il corpo della trave

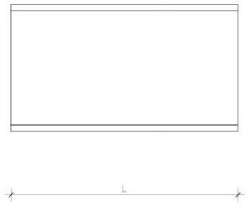
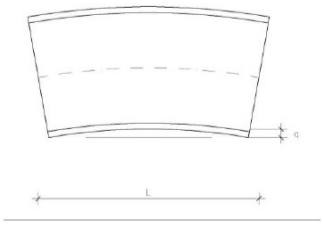
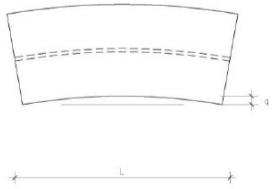
(I valori sono espressi in mm)

Dimensioni nominali dei profili	
	Per altezze < 1000 h = 0, +5 b = 0, +5 Per altezze ≥ 1000 h = 0, +10 b = 0, +5
Incurvamento ali	
	t ≤ 0,5 f ≤ 0,5
Fuori squadro	
	t ≤ 0,3% h
Simmetria	
	Con andamento costante per l'intera lunghezza: $b_1 - b_2 \leq 5$ Per tratti di lunghezza ≤ 1000 : $b_1 - b_2 \leq 2$
Imbozzamento anima	
	t ≤ 2

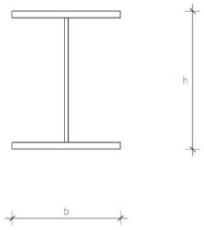
B) Tolleranze sulla lunghezza

(I valori sono espressi in mm)

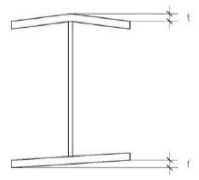
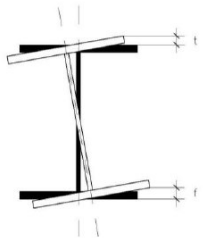
Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Lunghezza nominale dei profili	
	L = 0, - 2
Centinatura	
	q ≤ 0,5% L
Curvatura ali	
	t ≤ 0,5% L

C) Tolleranze nelle zone di giunto
(I valori sono espressi in mm)

Dimensioni nominali dei profili	
	I valori delle tolleranze dovranno essere pari al 50% di quelli relativi al precedente punto A
Incurvamento ali	

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

	q ≤ 0,5% L
Torsione	
	t ≤ 4 f ≤ 4

7.1.17 Tolleranze sugli elementi assemblati
Per gli elementi assemblati saranno valide le seguenti tolleranze:
- rettilineità degli irrigidenti:
+/- 4 mm per h minore o uguale a 2000 mm;
+/- 8 mm per h superiore a 2000 mm
- giunti bullonati:
+/- 1 mm di dislivello tra le parti da giuntare e fuori planarità delle parti a contatto;
- controfreccia:
-0,+10% della controfreccia teorica.
In rapporto al diametro dei bulloni, ovvero al più piccolo tra gli spessori da collegare, dovranno essere rispettate le limitazioni di cui al punto 5.3.3. della CNR 10011.

MONTAGGIO
7.1.18 Prescrizioni ed oneri generali
Sarà cura dell'Appaltatore procedere, in fase di progetto costruttivo, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti. Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.
Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori per la sua approvazione.
Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.
Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisionali, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni Sarà cura dell'Appaltatore eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti dalle Specifiche di Controllo Qualità così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.
Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste dalle Specifiche di Controllo Qualità. Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove · da eseguire. Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 e successivi aggiornamenti dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.
Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.
Per quelle opere che, per effetto di operazioni successive, possano rendersi inaccessibili o comunque non ispezionabili, ove richiesto dalle Specifiche di Controllo Qualità, l'Appaltatore dovrà sempre dare la prescritta informazione alla Direzione Lavori prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperasse a quanto sopra, la Direzione Lavori

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate. Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.
Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla installazione della strumentazione, alla rilevazione ed alla elaborazione dei dati concernenti il monitoraggio delle opere così come previsto dal progetto.

7.1.19 Prescrizioni e misure tecniche
L'Appaltatore sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.
Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.
Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, etc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.
In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.
Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.
Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dalla normativa vigente, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.
Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.
È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.
Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.
Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.
Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede stradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

8. MICROPALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.
La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.
Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.
Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione. Questo potrà consistere in:
- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.
E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.
La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$cu \geq \gamma H/3$$

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

8.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:
- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

8.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.
Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

8.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

8.3.1 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.
Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

8.4 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.
Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.
In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.
Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.
Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a 30 MPa.
A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m3 di prodotto, dovrà essere la seguente:
acqua : 600 kg
cemento : 1200 kg
additivi : 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m3 di prodotto finito:
acqua: 300 kg
cemento: 600 kg
additivi: 5 ÷ 10 kg
inerti: 1100 ÷ 1300 kg

8.5 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.
Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.
Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.
Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.
La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.
Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.
Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.
Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.
Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.
Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.
La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.
Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.
Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.
L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).
I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.
Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.
Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
-pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
-portata max : ≈ 2 m 3 /ora
-n. max pistonate/minuto : ≈ 60.
Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

8.6 Prove di carico

8.6.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali. Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:
- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:
- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (Pes);
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 2,5÷3 volte il carico di esercizio (Pes);

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.
L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.
I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.
Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

8.7 Prove di carico su micropali

8.7.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.
Di norma il massimo carico di prova Pprova sarà:
- Pprova = 1,5 Pesercizio
- Pprova = Plim

ove con Plim si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.
E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:
- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..
Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.
Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.
La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.
Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.
Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.
Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.
Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.
1° CICLO
a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP, fino a raggiungere il carico Pes.
b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8'
- t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.
Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (δt = 15'):

$$s \leq 0{,}025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'.
Allo scarico le letture verranno eseguite anche a t = 30', t = 45' e t = 60'.

2° CICLO
a) Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes
b) Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'
c) Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'
d) Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes
e) Lettura dei cedimenti come in "b"
f) Scarico come in "c"
g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes
h) Lettura dei cedimenti come in "b"
i) Scarico con letture a t = 0, 5', 10', 15' e 30'.

3° CICLO
a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).
b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
c) Il carico Pprova, quando è < Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'.
Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:
- $s(Plim) \geq 2 \cdot s(Plim - \delta P)$
- $s(Plim) \geq 0{,}2\, d + sel$

ove :
d = diametro del micropalo
sel = cedimento elastico del micropalo.
8.7 Specifica di controllo
La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.
La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..
Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.
Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.
La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

D.M. 9/01/1996;
D.M. 11/03/1988;
AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
Norme UNI EN 206;
DIN – 4150;
D. M. 16/01/96.
L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.
Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1'' ½.
Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.
Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.
Per i micropali si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazione di progetto.
In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.
Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.
In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.
Le modalità di preparazione ed uso dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.
Il controllo della profondità dei prefori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:
a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
b) in base alla lunghezza dell'armatura.
L'accettazione delle armature verrà effettuata:
- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.
In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specificoe la decantazione mediante buretta graduata.
Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento 2,65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.
Nelle prove di decantazione l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.
Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.
L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:
- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni
- prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

9. PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA

Sono comprese le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.
Le opere d'arte sono così suddivise:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- ponti e viadotti in conglomerato cementizio
- ponti e viadotti in acciaio
- sottovia.

9.1 Prescrizioni ed oneri generali

Sarà cura dell'Appaltatore procedere, in fase redazione del progetto costruttivo, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti.
Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.
Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.
Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di sicurezza nei cantieri.
Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.
Nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisionali, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.
Sarà cura dell'Appaltatore eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.
Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.
Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.
Tutte le prove dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.
Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.
I materiali costituenti le opere in acciaio dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste progettualmente e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle presenti Norme Tecniche.
Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.
Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

9.2 Prescrizioni tecniche particolari

9.2.1 Ponti e viadotti in conglomerato cementizio

9.2.1.1 - Confezionamento e getto dei conglomerati

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui agli articoli relativi ai conglomerati cementizi (art. 6) delle presenti Norme Tecniche.

9.2.1.2 - Posa in opera manufatti prefabbricati

Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponte, carrelli, gru, derrik, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.
Il piano di sollevamento/varo, che, come prescritto nei precedenti punti, dovrà essere stato già definito ed approvato in sede di redazione del progetto costruttivo dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.
Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Appaltatore prevede di utilizzare.
L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere previsto in sede di progetto costruttivo; in assenza di quanto sopra sarà cura dell'Appaltatore fare eseguire, al proprio progettista, le opportune verifiche dandone evidenza alla Direzione Lavori.
Per quanto riguarda gli accorgimenti da adottare ai fini di una corretta esecuzione della iniezione dei cavi, si rimanda alle prescrizioni di cui al punto 6.5 e seguenti delle presenti Norme Tecniche.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

9.2.2 - Ponti e viadotti in acciaio

9.2.2.1 - Strutture portanti in acciaio
Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Appaltatore all'atto della progettazione dell'opera.
Nella relazione di calcolo del progetto costruttivo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

9.2.2.2 - Approvvigionamento materiali
I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nell'art. 12 del presente Capitolato.
In ogni caso i materiali dovranno corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/996).

9.2.2.3 - Saldature, bullonature, chiodature
Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:
- saldatura
Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere predisposte dall'Appaltatore e sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato.
Congiuntamente alle specifiche dovranno essere sottoposte all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire; le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente.
- bullonatura
L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.
Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0.30 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0.50 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.
Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/05.
I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).
Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.
Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del ± 5%.
I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.
Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.
Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.
- chiodatura
Dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni del D.M. 09/01/1996.

9.2.2.4 - Montaggio
Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.
Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nei collegamenti con bulloni, ove necessario, si potrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.
Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.
Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco (delle superfici di contatto) non più di due ore prima dell'unione.
Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, etc.
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

9.2.2.5 - Verniciature e/o impermeabilizzazione
Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui al presente Capitolato.
Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.
Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.
Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.
Per la impermeabilizzazione vale quanto riportato nel punto successivo.

9.2.3 – Impermeabilizzazione

9.2.3.1 - Mastice di asfalto sintetico

9.2.3.1.1 - Materiali
L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.
Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:
- legante
Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.
In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.
I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.
Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.
Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra $-0.10 \leq IP \leq +0.10$;
- filler
Dovrà essere passante totalmente al setaccio 0.18 UNI (ASTM num. 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM num. 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.
Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 °C superiore a quello del bitume puro;
- sabbia
Dovrà essere totalmente passante al setaccio 2.5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0.075 a 2.5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0.075 UNI) e contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;
- miscela finale
La parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18% ed il 23%.
Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ($Vb - V = 5 \div 7$ in cui Vb,è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).
Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 100 °C e 115 °C.
Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 100 °C e 130 °C.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.
Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.
La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.
Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

9.2.3.1.2 - Modalità di applicazione
Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiacca (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.
Eventuali punti singolari (fessure, spigoli, zone dove l'acqua può ristagnare, ecc.) dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.
Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50 - 55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (85 ÷ 90 °C), additivata con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta. Le quantità da stendere saranno di 0.50 - 0.70 kg/mq.
Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 200 °C (±10 °C); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.
Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.
La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8 °C.
Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.
Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4.00-5.00 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto 15.2.3.2, armata con geotessile non tessuto in poliestere a filo continuo.
La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.
In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciolga con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.
I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.
Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.
In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 140 °C in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

9.2.3.1.3 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico
La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.
Si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba tassativamente essere fatto a peso.
Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:
- procedura l:
    a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 210-230 °C;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 150-160 °C;
c) miscelazione dell'impasto per almeno 5 min.;
d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
e) miscelazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 200-210 °C onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

- procedura 2:

a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 200 °C per almeno 30 min., fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 200-210 °C, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiatura di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.
Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

9.2.3.2 - Guaine bituminose preformate armate

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose prefabbricate, armate con geotessile non tessuto di poliestere a filo continuo, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

9.2.3.2.1 - Modalità di posa in opera

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiacca (o di malta cementizia): prima dell'applicazione della mano d'attacco (primer), si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.
Prima di iniziare le lavorazioni di posa è necessario che l'Appaltatore effettui, su aree indicate dalla Direzione Lavori, le prove di umidità del supporto, con il "metodo del carburo di calcio"; il supporto sarà ritenuto idoneo alla posa delle membrane per valori di umidità ≤4%.
Eventuali punti singolari (fessure, spigoli, zone dove l'acqua può ristagnare, ecc.) dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte a ritiro compensato o stucchi epossidici.
Seguirà la stesa di un idoneo primer bituminoso a rapida essicazione in ragione di 0.35 - 0.50 kg/mq.
Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa posa di mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa prefabbricata dello spessore di 4.00-5.00 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere a filo continuo, aventi le caratteristiche riportate al punto 15.2.3.2.2.2 - Guaina preformata. La messa in opera di bordi rialzati non dovrà pertanto essere fatta con un manto continuo, ma con dei pezzi " speciali".
La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla guaina bituminosa e sul coronamento di cordolo.
I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici, la guaina bituminosa dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.
Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma a gas propano, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione, con sormonti tra fogli contigui di 10 cm di lato e 15 cm di testa.
Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità nella posa (es. umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.
Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

- *metodo di posa num. l*

Da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 10 °C.
La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e larghezza minima di 1.00 ml, armata con geotessile non tessuto in poliestere a filo continuo, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta una volta questo risulti completamente essicato;

- *metodo di posa num. 2*

Da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 10 °C.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1.00 ml, armata con geotessile non tessuto in poliestere a filo continuo, verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1.00 kg/mq di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 4 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1.00 MPa in permeametro, a 60 °C per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

9.2.3.2.2 - Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 14695, indicante il numero di Certificato del Controllo della Produzione in Fabbrica (CPD).

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

9.2.3.2.2.1 - Primer di adesione al supporto

Il primer di adesione della membrana alle superfici in conglomerato cementizio, dovrà essere costituito da soluzioni a base di bitume modificato, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai bitumi tradizionali ed un ritardo della evaporazione del solvente, per avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nelle superfici da impermeabilizzare.

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL **PRIMER**			
REQUISITO	Unità di misura	Normativa	valore limite
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	15-20
Punto di rammollimento (palla - anello)	° C	UNI EN 1427	85-95
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 10
residuo secco a 130 °C	%	---	≥ 50
tempo di essicazione a 20 °C	ore	---	1-2

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, il grado di umidità della soletta, dovrà risultare ≤4%, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 0.35-0.50 kg/mq. L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0.20 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1.27 mm/min e temperatura di 20 °C (± 5 °C).

La posa dovrà essere eseguita con temperature del supporto fino a 5 °C e la messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente (a 23 °C circa 6 – 24 ore).

9.2.3.2.2.2 - Guaina preformata

Le guaine impermeabili prefabbricate dovranno essere in bitume plastomero (BPP - elastoplastomerica) dello spessore minimo di 4 mm, con armatura sintetica con geotessile non tessuto in poliestere a filo continuo. Le membrane dovranno essere in possesso della marcatura CE, nel rispettto della norma UNI EN 14695.

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE DELLA **MEMBRANA**			
REQUISITO	Normativa	U.M.	valore limite
Forza a trazione massima	EN 12311-1	N/50 mm	Longitudinale: 960 - Trasversale: 800
Allungamento a trazione	EN 12311-1	%	Longitudinale: 45 - Trasversale: 45
Resistenza all'urto	EN 12691-A	mm	≥1750
Resistenza a carico statico	EN 12730-A	kg	≥30
Resistenza alla lacerazione	EN 12310 -1	N	Longitudinale: 140 - Trasversale: 140
Stabilità dimensionale	EN 1107-1	%	≤0,5
Flessibilità a bassa temperatura	EN 1109	°C	≤-20
Resistenza allo scorrimento ad elevata temperatura	EN 1110	°C	≥140

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.
Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.
Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.
Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.
Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

9.2.4 - Apparecchi di appoggio

9.2.4.1 - Generalità

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello - cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 09/01/1996 ed alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. - U.N.I. 10008.
Inoltre dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. num. 34233 del 25/2/1991.
L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto costruttivo degli apparecchi di appoggio corrispondente alle specifiche progettuali.
Il progetto costruttivo dovrà contenere:
a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscose ed al ritiro del calcestruzzo;
b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
d) l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
g) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.
In ogni caso l'Appaltatore dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.
Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Appaltatore dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.
Si dovrà procedere, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.
In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere preregolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.
Inoltre dovranno risultare agevoli la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

9.2.4.1.1 - Materiali
In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:
a) acciaio laminato della classi Fe 37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI EN 10025
b) acciaio fuso a getti della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
c) acciaio inossidabile
Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-19EN 10088-2.
Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 60°C ± 2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.
La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 μ (UNI 3963).
d) elastomeri
Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.
Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:
- resistenza a trazione ≥ 10 N/mmq (UNI 6065)
- allungamento a rottura, ≥ 300% (UNI 6065)
- deformazione permanente a compressione (UNI 4913) ≤ 20%
- durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999)
e) politetrafluoroetilene (PTFE)
Da utilizzare per le superfici di scorrimento.
Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.
Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:
- densità 2.13 ÷ 2.23 g/cmc
- resistenza a trazione (23°C) ≥ 24 N/mmq
- allungamento a rottura (23°C) ≥ 300%;
- durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999)
f) grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici
Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.
Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35 °C.
Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:
- penetrazione su campione rimaneggiato 240 ÷ 295 dmm (DIN 51804)
- punto di congelamento ≤ -50°C (DIN 51556)
- essudazione (Bleeding) 24 ore a 150°C ≤ 3% (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).
g) altri materiali
L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, tra i quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:
- documentazione da parte dell'Appaltatore delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'Appaltatore di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del committente,
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

9.2.4.1.2 - Prove sui materiali
Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Appaltatore.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.
Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

9.2.4.1.3 - Fabbricazione

9.2.4.1.3.1 - Acciaio inossidabile

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.
Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.
Nel caso di superfici di scorrimento orizzontale, lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.
Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2.50 mm
più di 600 mm	3.00 mm

Nel caso di superfici di scorrimento curve, lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2.50 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti e di 1.50 mm nel caso di collegamento con saldatura.

9.2.4.1.3.2 - PTFE
Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.
Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.
Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.
Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede, sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.
I valori di questi spessori si ricaveranno secondo quanto riportato nel prospetto seguente:

Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4.50 mm	mm 2.00 ± 0.20
da 600 a 1200 mm	5.00 mm	mm 2.50 ± 0.20
oltre 1200 mm	6.00 mm	mm 3.00 ± 0.20

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0.20 fuoriuscenti.
L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.
In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2 ± 0.20.
Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.
Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.
Per quanto riguarda le pressioni ammissibili sulle superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno i seguenti valori:
- con carichi permanenti, 30 MPa
- con carico massimo, 45 MPa

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 MPa, se i carichi non agiscono in modo permanente.
In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.
Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:
- con carichi permanenti, 17 MPa
- con carico massimo 25 MPa

Per quanto riguarda le cavità per il lubrificante di grasso al silicone, la profondità di dette cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.
Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

9.2.4.1.3.3 - Coefficiente d'attrito
L'Appaltatore dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30 °C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

9.2.4.1.3.4 - Parti in composizione saldata
La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 09/01/1996.
Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

9.2.4.1.3.5 - Protezione anticorrosiva
Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.
Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nell'art. 13 del presente Capitolato.
Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.
9.2.4.1.3.6 - Antipolvere
Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti in neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.
I fermi e i contrassegni degli appoggi dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

9.2.4.1.4 - Assemblaggio

9.2.4.1.4.1 - Collegamenti provvisori
Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.
A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

9.2.4.1.4.2 - Pre-regolazione
La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Appaltatore al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

9.2.4.1.4.3 - Contrassegni
Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:
- nome dell'Impresa esecutrice
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.)
- carico verticale di progetto
- eventuale carico orizzontale di progetto
- escursione longitudinale di progetto
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

9.2.4.1.4.4 - Riferimenti
Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.
In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.
Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

9.2.4.1.5 - Posa in opera

9.2.4.1.5.1 - Verifica delle sedi predisposte
Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Appaltatore dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.
In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0.10% per ogni tipo di apparecchio.
Tale ripristino sarà a carico dell'Appaltatore per difetti di orizzontalità fino allo 0.50%; oltre tale tolleranza, per la sola parte eccedente lo 0.50% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.
In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.
In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Appaltatore ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

9.2.4.1.5.2 - Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità
Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con zanche d'appoggio.
È a carico dell'Appaltatore la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.
In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.
In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.
In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nelle specifiche di progetto.
Il metodo proposto dall'Appaltatore sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

9.2.5 - Ritegni antisismici
9.2.5.1 - Requisiti generali
I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.
Essi si distinguono in:
- tipo fisso: realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali
- tipo mobile: consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressochè statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido.
I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 09/01/996, delle relative istruzioni, della circolare del Ministero dei LL.PP. del 31/10/1986 e dalle successive modificazioni nonchè dalle norme CNR 10011 e la circolare num. 2357 del Min. LL.PP..
I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:
- nome del fabbricante e anno di produzione
- modello
- massima spinta assorbibile
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per verifica di funzionamento in corso di esercizio.

9.2.5.2 - Protezione delle parti metalliche
Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

9.2.5.3 - Posa in opera
Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.
Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

9.2.6 - Ammortizzatori antisismici
Si distinguono le due tipologie:
- ammortizzatori antisismici in neoprene espanso
- ammortizzatori antisismici in acciaio.
Gli ammortizzatori dovranno essere conformi a quanto stabilito nella Circ. num. 2357 del Min. LL. PP..

9.2.6.1 - Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso
Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1.00 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.
Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

9.2.6.2 - Ammortizzatori antisismici in acciaio
Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

L'Appaltatore dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro,, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

9.2.7 - Giunti di dilatazione

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'Appaltatore sarà tenuto a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione 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 viscose, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.
I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. Min LL.PP. in data 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e dalle sue istruzioni emanate con circolare Min. LL.PP. num. 34233 del 25/02/1991.
Sulla base di tali dati la Stazione Appaltante si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte; in tal caso l'opzione verrà espressamente indicata negli elaborati di progetto; in tal caso restano comunque a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi all'assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicate 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.

Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Appaltatore dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.
Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.
L'Appaltatore dovrà tener 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 sopraindicate.
Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

9.2.7.1 - Giunto a tampone con dispositivo in acciaio gomma di sottopavimentazione.

E' un giunto tampone ma con un dispositivo di acciaio gomma di opportuna robustezza e flessibilità, posto al di sotto del tampone stesso; in questo modo si realizza una ottimizzazione, in termini tecnici ed economici, tra i tradizionali giunti "a tampone viscoelastico" ed i giunti "acciaio-gomma" di superficie. Il tampone superiore da il confort per l'utenza (urti,vibrazioni, e rumore limitati, buona continuità di adesione su bagnato); la tenuta in "acciaio-gomma" inferiore da luogo ad una totale impermeabilità all'acqua del giunto per le strutture sottostanti, unita ad una tenuta al rumore che non viene più trasmesso al di sotto del ponte: il rumore del traffico è così controllato sopra e sotto l'opera. Facilita i lavori di fresatura dello strato di usura e rifacimento delle pavimentazioni non costituendo, il giunto, un impedimento, consentendo altresì dopo la fresatura, di ripavimentare in modo continuo e sopra il giunto parzialmente fresato. L'intero corpo del giunto (piastra di sostentamento e massa elastica sovrastante) comparteciperà, in aderenza, ad assecondare i movimenti termici e meccanici delle campate contigue.
Il giunto, così sopra descritto, risulterà dall'insieme delle seguenti parti costituenti:
a) il dispositivo di drenaggio e deflusso delle acque di sottopavimentazione che sarà composto, per quanto concerne il deflusso, da una scossalina incollata e sigillata, con adeguati collanti sintetici, sui piani delle solette contigue al varco, e fuoriuscente, con opportuna pendenza, dal profilo di sezione del ponte e/o viadotto.
b) il giunto di sottopavimentazione che dovrà essere composto da una serie di piastre in gomma sintetica elastomerica con modifica poliuretanica, poste con continuità sul varco ed ancorate, su entrambe le aree delle solette contigue, con apposite barre filettate inghisate nel calcestruzzo con particolare sistema chimico e meccanico. Le piastre dovranno essere capaci di contrazioni e dilatazioni tali da assecondare i movimenti reciproci delle campate contigue (di luce contenuta entro i 41 metri lineari salvo diversa prescrizione del progettista) attraverso la natura del polimero di base ed il complessivo disegno progettuale che vede, inglobate nell'elemento poliuretanico o plastomero preformato, due piastre in acciaio sormontate da una ulteriore

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

piastra ponte capace di movimenti controllati attraverso una prestudiata ottimazione di aree aderenti e sconnesse nella massa elastica (poliuretano o plastomero) di contenimento;
c) l'elemento sovrastante al giunto di sottopavimentazione, e di riempimento del varco fino a raggiungere il piano di scorrimento viabile, che sarà costituito da un tampone in massa bituminosa viscoelastica ed pietrischetto basaltico con caratteristiche conformi alle presenti Norme Tecniche, così da ottemperare ai requisiti generali espressi e voluti. Per la posa in opera della miscela bitume elastomero-inerti, sopra menzionata, si dovrà, ancora, fare riferimento alle Norme in questione.
d) Modalità di posa in opera del giunto
L'esecuzione del giunto dovrà seguire il seguente iter operativo:
- si procederà, innanzitutto, al taglio ed all'asportazione del conglomerato bituminoso preesistente per una larghezza prestabilita;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- eventuale ripristino delle testate di soletta con betoncino reoplastico fibrorinforzato mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- esecuzione dei fori di fissaggio in corrispondenza alle 'asole' delle piastre, utilizzando una dima quale riferimento geometrico e garantendo così il 'centraggio' del giunto sul varco;
- effettuati i fori ed inghisati i perni, con sistema meccanico a rapido effetto e contemporaneo sistema chimico, nel varco, così circoscritto dalla linea dei perni, si procederà al posizionamento della scossalina ed al suo incollaggio sulle superfici piane delle solette contigue al giunto, attraverso l'allettamento e il rivestimento impermeabile, con stucco epossidico, dell'armatura in nylon fuoriuscente dalla stessa scossalina;
- si procederà, quindi, al posizionamento delle piastre sui perni già disposti, previo accurato allettamento delle stesse con stucco epossidico onde garantire il contatto omogeneo col supporto, la planarita, l'adesione e l'impermeabilità del sistema. Quindi si procederà al fissaggio definitivo dei moduli sino alla realizzazione dell'intera linea di giunto;
- stesa sulla superficie degli elementi poliuretanici di primer a base acrilica in ragione di 0,2 Kg/m² per ottenere la massima adesione moduli-bitume modificato;
- ultimate le operazioni sopraesposte, si passerà alla posa, sulla superficie polimerica superiore del giunto e sulle pareti verticali del varco, di bitume modificato con elastomeri compatibili, in ragione di 2 mm; previa posa di dispositivo di drenaggio a contatto pavimentazione –giunto;
- si procederà, alla realizzazione del 'tampone viscoelastico' mediante stesa a caldo (180°) in unico o più strati, e successivi costipamenti, della miscela bitume elastomero ed pietrischetto basaltico di granulometria 15-20 mm fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario; si provvederà all'intasamento, con colata di bitume modificato, degli eventuali vuoti residui.
- si procederà alla finitura del giunto mediante stesa a caldo (180°C) di miscela di bitume modificato e granulo di gomma 3-5 mm fino per uno spessore massimo di 10 mm.
e) Caratteristiche prestazionali e prove dei materiali.
- Controllo dei requisiti di accettazione, caratteristiche chimico fisiche del componente poliuretanico
nell'intero sistema del giunto.
Il cuscino, in elastomero bicomponente a matrice poliuretanica particolarmente formulato, che, come detto, unisce e ingloba le diverse componenti a costituire un unico elemento preformato, conferisce al corpo del giunto, e specificatamente alla sua porzione centrale (piastra ponte opportunamente e parzialmente libera dal contatto con le piastre sottostanti), una rilevante elasticità unitamente ad una affidabile portanza. Le specifiche caratteristiche chimico-fisiche dell'elastomero bicomponente a base poliuretanica, sono riportate nella tavola sottostante.

Durezza	shore A	87
Modulo 100%	MPa	8,6
300%	MPa	16,2
Resistenza a trazione a rottura	MPa	43,0
Allungamento a rottura	%	530
Resistenza allo strappo, (ASTM-D395,B)	kg/cm	30,1
Resa elastica Bashore	%	44
Cedimento a compressione, (ASTMD395,B)	%	31
CLASH-Berg Tf , (ASTM-D1043)	°C	-62

- Controllo dei requisiti di accettazione, caratteristiche chimico fisiche del tampone
Legante
Il legante sarà costituito da bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, avente le caratteristiche di seguito specificate:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Proprietà	Metodo	Unità misura	Valore
Peso specifico	UNI 7092	Kg/dm3	1,15 ± 0,05
Penetrazione a 25°C	ASTM D5-97	dmm	29 ± 5
Penetrazione a 60°C	ASTM D5-97	dmm	117 ± 10
R & B	ASTM D 36-95	°C	110 ± 10
Punto di rottura FRAASS	CNR 43/74	°C	≤ - 20
Viscosità a 160 °C	ASTM 26 69	Pa*s	9 ± 1
Viscosità a 190°C	ASTM 26 69	Pa*s	2 ± 0,5
Resistenza a trazione (s = 4 mm, v = 100 mm/min.)		N/mm^2	0,5 ± 0,1
Allungamento a rottura	N.I	%	≥ 1800
Shore 00 a 25°C	N.I.	Punti	82
Shore 00 a 40°C	N.I.	Punti	77
Shore 00 a 60°C	N.I.	Punti	62
Shore 00 a 80°C	N.I.	Punti	40

Inerti

L'aggregato potrà essere costituito da materiale basaltico con granulometria compresa tra i 15 e i 20 mm. Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere a da materiale estraneo secondo le norme CNR fasc. 4 / 1953, cap. 1 e 2. e rispondenti ai requisiti della 1° categoria. In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova – Los Angeles (CNR B. U. n° 34 del 28.03.1973 – Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%; sarà contenuto in sacchi da 25-30 kg.

Granulometria miscela:

Crivelli/setacci (CNR-UNI)	(passanti %)
25	100
20	80-100
15	25-40
10	0-10
5	-
2	-
0,4	-
0,18	-
0,075	-

- Prove di laboratorio

Il giunto dovrà essere sottoposto, presso laboratori autorizzati, a cicli di trazione e compressione a differenti velocità di applicazione della forza e fino ad ottenere allungamenti del varco, in trazione, pari a quelli previsti nel progetto esecutivo a carico dell'impresa. I risultati delle prove dovranno essere riassunti in appositi certificati che verranno consegnati prima dell'inizio dei lavori.

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

9.2.8 - Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Appaltatore in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. Min. LL.PP. in data 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Min. LL.PP. num. 34233 del 25/2/1991.

9.2.9 - Sottovia

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti all'art. 6 del presente Capitolato.

9.3 Specifica di controllo

9.3.1 - Disposizioni generali

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.
La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.
L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla Direzione Lavori, un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla Direzione Lavori stessa, per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.
Le opere in oggetto sono costituite da:
- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.)
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.
Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento ai corrispondenti articoli del presente Capitolato; per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento, ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

9.3.2 - Spalle, pile, impalcati
Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alle specifiche già esposte all'art. 6 del presente Capitolato.
9.3.3 - Impalcati e opere accessorie e complementari in acciaio
Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

9.3.3.1 - Caratteristiche dei materiali
Per le opere in oggetto si utilizzeranno materiali indicati nelle specifiche di progetto ed i cui requisiti soddisfino quanto riportatop nel presente Capitolato.
I materiali dovranno soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica applicativa della Legge num. 1086/1971 nonché quanto indicato nei corrispondenti punti del presente articolo.
L'Appaltatore deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.
I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

9.3.3.2 - Controlli sui materiali
Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.
All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa vigente.
I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni progettuali ed alle norme UNI qui di seguito citate:
a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:
- UNI EN 10025- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione
- UNI EN 10160 per il controllo ultrasonoro
b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati
La certificazione accompagnatoria di ogni, lotto deve essere conforme alle Norrne UNI EN 10025.
c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:
- UNI 3740 e UNI EN 10083, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.
Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.
Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.
La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:
- prodotti qualificati secondo il D.M. 09/01/1996: 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie del pezzi altre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.
Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.
La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla Direzione Lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

9.3.3.3 - Controlli in costruzione per impalcati

9.3.3.3.1 - Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni
L'Appaltatore deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:
- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione,
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla Direzione Lavori per approvazione, allegando la suddetta documentazione.
Dopo le suddette positive verifiche la Direzione Lavori darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

9.3.3.3.2 - Controlli in fase di costruzione
I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:
- Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.
- Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte al punto 15.2.2.3 del presente Capitolato.
La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:
- norme generali del D.M. 26/02/1936
- norme generali della Legge 1086/1971
- norme tecniche del D.M. 09/01/1996.

In generale dovrà essere previsto un controllo radiografico al minimo sul 20% delle saldature ed ad ultrasuoni sulla parte restante; le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %.
- Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative illustrate al punto 15.2.2.3 del presente articolo.
Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:
- si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10% dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.
Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.
Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla Direzione Lavori, alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.
- Controlli sulle chiodature

Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.
- Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfreccie di montaggio.
Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.
- Controllo sui rivestimenti e verniciature

Dovranno essere verificate visivamente lo stato generale delle verniciature e prese di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

9.3.3.3.3 - Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera

9.3.3.3.3.1 - Impalcati in c.a.p.
L'Appaltatore deve predisporre il piano di sollevamento/varo dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.
Il piano operativo dovrà essere presentato alla Direzione Lavori per approvazione.
Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Appaltatore dovrà dare comunicazione alla Direzione Lavori della data di inizio dei lavori.

9.3.3.3.3.2 - Pile per viadotti

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento all'art. 6 relativo ai conglomerati cementizi del presente Capitolato.

9.3.3.3.4 - Controlli sugli apparecchi di appoggio
Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla Stazione Appaltante, la presente procedura di controllo fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonchè a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche, etc.

9.3.3.3.4.1 - Controlli sulle forniture e sui materiali
Si dovrà controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

9.3.3.3.4.2 - Controlli sulla posa in opera degli apparecchi d'appoggio
La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate al punto 9.2.4.1.5 del presente Capitolato.
Le verifiche di posa in opera dovranno essere effettuate per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.
I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:
- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili
- verifica della pre-regolazione della corsa.

9.3.3.3.5 - Controlli sull'impermeabilizzazione
Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.
La documentazione dovrà essere trasmessa alla Direzione Lavori prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

9.3.3.3.5.1 - Prove di accettazione
Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 mq di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera.
Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

9.3.3.3.5.2 - Controlli di posa in opera
Durante le fasi di posa in opera, che avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente articolo del Capitolato, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati.
A. manti di mastice di asfalto sintetico
- verifica delle condizioni ambientali
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice
- verifica delle certificazioni
- verifica degli spessori della membrana
- verifica della miscela alla composizione prevista

B. manti in guaine bituminose preformate armate
- verifica delle condizioni ambientali
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici di applicazione
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer
- verifica delle certificazioni di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati
- verifica degli spessori della membrana.

10. MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

10.1 - Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.
Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

10.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:
a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
b) la granulometria dovrà essere compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 70	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
crivello 5	25-55
setaccio 2	15-40
setaccio 0.4	7-22
setaccio 0.075	2-10

c) il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm dovrà essere inferiore a 2/3;
d) la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature dovrà essere inferiore al 30% in peso;
e) l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM num. 4 dovrà compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico).
Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento.
Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
f) l'indice di portanza C.B.R. (CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non dovrà essere inferiore di 50.
È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.
Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

10.3 Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di Laboratorio sui campioni che l'Appaltatore avrà cura di presentare a tempo opportuno.
Contemporaneamente l'Appaltatore deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente che in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.
Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere allontanato dal cantiere.
18.4 - Modalità esecutive
Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.
Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.
A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore.
Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).
Il costipamento di ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 0.18. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:
dr = [di*Pc*(100 - x)]/(100*Pc - x*di)
dove:
dr: densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio
di: densità della miscela intera
Pc:peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
x:percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).
Il valore del modulo di deformazione Md, accertato secondo le modalità previste dalle Norme, nell'intervallo compreso fra 1.5 e 2.5 daN/cmq, non deve essere inferiore a 1.000 daN/cmq.
Il modulo elastico dinamico reale dovrà essere calcolato tramite software indicato dalla Stazione Appaltante dai valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione e verrà considerato di riferimento prestazionale. La media dei valori di modulo in daN/cmq ricavata da misure effettuate ogni 100 ml e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1.850 daN/cmq.
Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.
La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4 ml di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

11. FONDAZIONI STRADALI, SOTTOFONDI, PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

11.1Strato di fondazione in misto granulometricamente stabilizzato

11.1.1 Descrizione
La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.
La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2 mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.
La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.
Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

11.1.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare
Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:
1) L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm (o al crivello da 71 mm di apertura); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2) La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Serie crivelli e setacci SERIE UNI 2332	*Passante in peso*
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

Serie crivelli e setacci SERIE UNI EN 13043	*Passante in peso*
Crivello 63	100
Crivello 31.25	66 - 100
Crivello 16	47 - 80
Crivello 8	30 - 63
Crivello 4	21 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 1	11 - 32
Setaccio 0, 5	8 - 24
Setaccio 0, 25	6 – 18
Setaccio 0, 125	4 –14
Setaccio 0, 063	2 - 10

3) Il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ed il passante al setaccio 0,40 UNI 2332 deve essere inferiore a 2/3.
4) La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
5) L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6).
I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
6) L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009:1964, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di ±2%.
7) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%.
8) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014:1964, non superiore al 25%;il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
9) 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.
Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1 - 5, (eventualmente 7) e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 40 %.

11.1.3 - Studio della miscela in laboratorio
Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.
Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:
- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti precedenti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999 *"Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"*), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua"*) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 19.1.2).

11.1.4 Modalità esecutive
Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20cm e non inferiore a 10 cm., e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.
A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.
Il piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.
Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria;
Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.
Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 con il procedimento AASHTO modificato.
Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:
d_r = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;
d_f = densità della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);
P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;
x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.
La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

11.1.5 - Controllo dei requisiti di accettazione
Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.
Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:
a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato, secondo i requisiti di cui all'art. 1.2;
c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
c.1) *peso specifico in situ*, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato e secondo le indicazioni di cui al precedente art. 1.4;
c.2) *modulo di deformazione Md*, determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm2, secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992; esso dovrà risultare non inferiore a 80 N/mm2;
c.3) *regolarità* dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
d) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

11.2Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato

11.2.1 Descrizione
Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 20 e non superiore a cm 30.

11.2.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

11.2.2.1 Inerti
Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli inerti. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,075 mm).
Gli inerti avranno i seguenti requisiti:
1) Il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o setaccio equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2) Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Serie crivelli e setacci SERIE UNI 2332	*Passante in peso*
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,075	5 - 10

Serie crivelli e setacci SERIE UNI EN 13043	*Passante in peso*
Crivello 63	100
Crivello 31.25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0, 5	9 - 19
Setaccio 0, 25	7 – 15
Setaccio 0, 125	5 –12
Setaccio 0, 063	4 - 10

3) Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999, non superiore al 30%:
4) Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000, compreso fra 30 e 60 %.
5) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà avere:
5a) *sensibilità al gelo*, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%;
5b) coefficiente di usura determinato con la *prova Micro-Deval*, secondo la Norma UNI EN 1097-1:2000 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)"*, in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.
6) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
7) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, rocce solfatiche, rocce reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato grosso deve essere inferiore all'1%.
8) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO4= e il contenuto di sostanze organiche.

11.2.2.2 Legante
Il cemento da impiegare, ai sensi del D.M. Industria, Commercio ed Artigianato del 13 Settembre 1993, deve essere del tipo ENV 197-1 CEM I, II, III o IV, tipo 32,5 o 42,5, ma non può avere elevata resistenza iniziale (32,5R o 42,5 R). La percentuale di legante sarà compresa tra il 2,5 e il 3,5% in peso sul peso dell'inerte (secco).

11.2.23 Acqua
Dovrà essere esente da impurità dannose, olî, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

11.2.3 Studio della miscela in laboratorio

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.
Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.
Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:
1) tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), con particolar riguardo a inerte e legante;
2) luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
3) luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
4) provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
5) provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1 - 2 - 3.
Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 19.2.2.a/b/c).
La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI EN 12390-6:2002 La prova di *resistenza a compressione* sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma CNR-UNI 10009), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n° 85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 (Prova di costipamento di una terra) per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1 cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.
Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al crivello 25 UNI (o al setaccio corrispondente), preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.
I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20 °C.
Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.
I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario crescente con continuità sino a rottura, in ragione di 1 N/mm2/s. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 4 e 7 N/mm2; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.
La prova di *resistenza a trazione indiretta* (prova brasiliana) sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.
Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di mm 15 x 4 e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0,05 N/mm2/s. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,25 N/mm2.
Dall'indagine sperimentale eseguita con la *prova di compressione* e la *prova di trazione indiretta* dovranno essere scelti:
curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

11.2.4 Preparazione e controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento della miscela
L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m3 di miscela.
L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.
Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di ±5 punti dal crivello 40 al crivello 5 UNI e di ±2 punti dal setaccio 2 UNI al setaccio 0,075 UNI, purché non vengano superati i limiti del fuso.
Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla percentuale stabilita, superiore a ± 0,3 punti.

11.2.5 Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in un unico strato di spessore finito pari a quello prescritto dal progetto.
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 di quota, sagoma e compattezza prescritti.
Il materiale pronto per la messa in opera e il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, composizione e dosaggio dei componenti. Dovrà, inoltre, possedere le caratteristiche fisico-meccaniche di impiego di cui agli artt. 11.2.2 e 11.2.3, fatte salve le prescrizioni di cui all'art. 11.2.4. Una volta in opera, esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non rivelare segregazione dei suoi componenti.
La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.
Il costipamento e la finitura dello strato saranno effettuati con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque essa dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori. In generale, il costipamento sarà realizzato con rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), comunque semoventi.
L'idoneità dell'attrezzatura e le modalità esecutive di posa e costipamento del misto cementato verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, dove sarà utilizzata la miscela studiata per l'intervento specifico secondo la procedura di cui al precedente art. 11.2.3.
Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità della strato.
La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature dell'aria inferiori a 5 e superiori a 25 °C, né in presenza di pioggia. Potrà, tuttavia, essere consentita la stesa a temperature comprese fra i 25 e i 30 °C, a condizione che il misto cementato sia protetto da evaporazione durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); nella stessa circostanza, sarà necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato prima della sua applicazione, al fine di prevenire un anomalo assorbimento dell'acqua di impasto da parte del sottofondo.
Le operazioni di costipamento del misto cementato e la successiva applicazione dello strato protettivo in emulsione bituminosa sulla superficie del medesimo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.
Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 – 18 °C ed umidità relativa del 50 % circa. Temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15 %, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.
Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.
Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.
Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, da togliere al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima delle ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale su tutto lo spessore dello strato.
Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.
Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore alle 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.
Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato finito a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa, ma solo e limitatamente ai mezzi gommati.
Strati eventualmente compromessi da improprie condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

11.2.6 Protezione superficiale

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida (cationica) al 55% in ragione di 1-1,5 kg/m2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

11.2.7 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.
Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.
La *densità* in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 25 mm.
Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica proposta all'art. 1.4, oppure attraverso una misura diretta, consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la successiva misurazione del volume.
Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110 °C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.
Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i rilievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate all'art. 2.2.c.
Prove di *compressione* e di *trazione indiretta* saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1500 m3 di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con crivello o setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm.
La resistenza, a 7 giorni, a *compressione* e a *trazione indiretta*, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza del 20 %, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente 4 N/mm2 per la *resistenza a compressione*, 0,25 N/mm2 per la *resistenza a trazione* indiretta).
Il *modulo di deformazione Md*, determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm2, secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992, fra 3 e 12 ore dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 150 N/mm2.
La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale scostamento non potrà essere che saltuario.
Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

11.3 Stabilizzazione in sito

11.3.1 Stabilizzazione di terreni naturali a cemento

11.3.1.1 Descrizione

La stabilizzazione a cemento con miscelazione in sito per la costruzione di strati di sottobase sarà eseguita utilizzando 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 cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 25 cm.
Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

11.3.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

11.3.1.2.1 Inerti

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 (CNR B.U. n.23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Serie crivelli e setacci SERIE UNI 2332	*Passante in peso*
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

Serie crivelli e setacci SERIE UNI EN 13043	*Passante in peso*
Crivello 63	100
Crivello 31.25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0, 5	9 - 19
Setaccio 0, 25	7 – 15
Setaccio 0, 125	5 –12
Setaccio 0, 063	4 - 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.LL. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.
L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.
Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (CNR B.U. n.27 del 30.3.1972) non superiore a 30% in peso.
L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

Serie crivelli e setacci SERIE UNI 2332	*Passante in peso*
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 15	53 - 70
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,18	6-14
Setaccio 0,075	5 - 10

11.3.1.2.2 Legante
Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.
A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.
E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.
Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.
Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

11.3.1.2.3 Acqua
Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.
La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra ± 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 riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

11.3.1.3 - Studio della miscela in laboratorio
Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 11.2.3.

11.3.1.4 - Modalità esecutive
La demolizione degli strati legati a bitume dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.LL. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m alla base dello scavo.
Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.
Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della D.LL. alla loro demolizione ed asportazione.
La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.LL.
Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 19.3.1.2a), salvo diverso avviso della D.LL.
La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 25 cm (dovrà essere controllata la validità dalla D.LL.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori.
Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.
La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm.
La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.
Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.
Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.
Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.
Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.
L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 11.2.5.

11.3.1.5 Norme di controllo delle lavorazioni
Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 11.2.7.

11.3.1.6 Protezione superficiale

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 11.2.6.

11.3.2 Trattamento delle terre con calce

11.3.2.1 Generalità
Si intende per stabilizzazione di una terra, una miscelazione intima di terra e calce ed eventualmente acqua tale da produrre un miglioramento significativo, in genere a medio e/o a lungo termine, delle proprietà fisico-meccaniche della miscela risultante che la rendano stabile alle azioni dell'acqua e del gelo.

11.3.2.2 Materiali

11.3.2.2.1 Terre

Sono idonei al trattamento a mezzo di calce i terreni limosi e/o argillosi dei gruppi A6 e A7, del gruppo A5 quando di origine vulcanica od organogena o ghiaie limo-argillose dei gruppi A2-6 e A2-7 altrimenti non utilizzabili, che dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- Granulometria (rientrante nel fuso granulometrico riportato nella Norma CNR B.U. n.36)
- Indice di plasticità > 10
- Sostanze organiche < 2% (*)(***)
- Solfati totali (solfati e solfuri) < 0.25% (**)
- Nitrati < 0.1%
- Contenuto d'acqua Wn ≤ 1.3 Wopt (standard)(****)

Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio e un campo prova preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. In ogni caso l'indice di plasticità dovrà essere Ip>5.
La terra da stabilizzare dovrà essere libera di vegetazione e di qualsiasi altro materiale estraneo.
Nota:(*) Questo valore può essere superato fino al valore del 4% nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza, deformabilità e durabilità richiesti.
Nota:(**) I terreni con contenuto di solfati totali >1% non sono idonei al trattamento a calce; le terre con un contenuto di solfati totali compreso tra 1% e 0.25% potrebbero, in casi eccezionali essere accettati, e comunque dopo uno specifico studio di laboratorio. Italferr sulla base dello studio effettuato deciderà l'idoneità o meno della terra.
Nota:(***) Sono consentite prove colorimetriche, per la valutazione preliminare del contenuto di sostanze organiche, ai sensi della norma UNI 1744-1. Nel caso di esito positivo della suddetta prova, si procederà alla verifica in laboratorio chimico secondo la norma NF P 94-055. Al fine di ottenere una correlazione fra la scala dei colori della prova colorimetrica ed i risultati analitici della prova AFNOR, dovranno essere eseguiti dei confronti sui campioni del medesimo terreno da trattare; i risultati della taratura del metodo colorimetrico saranno sottoposti all'approvazione di Italferr.
Nota:(****) L'umidità Wn è quella del terreno naturale da trattare; Wopt (standard) è da intendersi quella ottimale ottenuta dalla prova di compattazione Proctor Standard della miscela terra-calce.

11.3.2.2.2 Calce

I tipi di calce da impiegare sono:
- calce aerea idrata in polvere sfusa;
- calce aerea viva macinata sfusa.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi nei quali i valori di umidità sono sensibilmente più elevati del valore ottimo per il costipamento.
La calce idrata e/o viva confezionata in sacchi non dovrà essere utilizzata.
Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939 ed inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO_2	≤ 5%	-
Titolo in ossidi liberi		
(CaO+MgO) (*)	≥ 84%	-
Tenore in MgO	≤10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali ($CaOH_2$)	-	> 85%
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+SO_3$	≤ 5%	≤5%
Umidità	-	≤ 2%

Nota(*) : La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO dovrà essere effettuata secondo la formula (100-I-2.27 *CO_2 -X) dove:
I = percentuale di impurezze (SiO2 + Al2O3 + Fe2O3 + SO3);
X è la percentuale di acqua legata chimicamente
Le caratteristiche granulometriche saranno le seguenti:

	Calce Viva	Calce Idrata
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≥ 90%	____
Passante al setaccio 0.075 mm	≥ 50%	≥ 90%

11.3.2.2.3 Acqua
L'acqua utilizzata non dovrà contenere apprezzabili quantità di sostanze organiche e/o inorganiche che possano inibire le reazioni chimiche del trattamento (es. acque salmastre, con contenuto di oli, solfati, cloruri, etc).

11.3.2.3 Studio preliminare
Scopo dello studio delle miscele è quello di raggiungere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.
Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.
Nel caso in cui il terreno sia trattato in situ dovranno essere prelevati n. 1 campione ogni volta che il terreno abbia caratteristiche differenti e in ogni caso almeno 1 ogni 1000 mq secondo uno schema a maglie e comunque rappresentativo dell'area da trattare.
Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 mc.
Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.
Qualora il terreno da trattare provenga da scavi di linea potrà essere classificato mediante campionatura in cumulo o su strati di materiale steso prima della miscelazione con calce e con frequenza di un campione rappresentativo ogni 2000 mc.
Per i terreni provenienti dallo scavo di pali e diaframmi le modalità e le frequenze di campionamento verranno definite caso per caso in relazione alle caratteristiche specifiche dei terreni interessati; tali terreni potranno essere utilizzati solo previa approvazione della Direzione Lavori.
Prima di dare inizio alle lavorazioni, si dovrà effettuare uno studio di laboratorio per definire la formulazione della miscela attraverso:
a) l'identificazione del terreno
b) lo studio delle miscele sperimentali
c) realizzazione del campo prova
d) la scelta della miscela da utilizzare.

11.3.2.3.1 Identificazione del terreno
Per trattamenti di terre in sito si preleveranno campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m2 e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato si incrementerà opportunamente la frequenza di campionamento.
Si procederà alla classificazione geotecnica di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- Composizione granulometrica mediante setacciatura a umido, con la determinazione del diametro massimo, della percentuale del passante a 2 mm, a 0.4 mm e a 0.075 mm.
- Indice di plasticità.

Sulla base delle prove suddette dovranno essere individuate le superfici e/o i volumi omogenei e rappresentativi dei terreni oggetto dello studio.
Per ogni campione rappresentativo di ciascuna superficie e/o volume omogeneo, dovranno essere determinati:
- Curva granulometrica cumulativa
- Indici di consistenza e di plasticità
- Contenuto d'acqua (Wn)
- Contenuto in solfati e solfuri
- Contenuto in sostanza organica
- Contenuto in nitrati
- Caratteristiche di costipamento mediante prova di costipamento Proctor Standard, con determinazione di umidità ottima (Wopt).
- Indice CBR
- Indice CBR immediato (IPI).

11.3.2.3.2 Studio delle miscele sperimentali

Le prove di laboratorio su un terreno proposto per il trattamento hanno lo scopo di stabilire:
a) le regole che forniscono il dosaggio in calce del trattamento in funzione dell'IPI e del contenuto d'acqua previsto al momento della messa in opera. I risultati dovranno essere forniti sotto forma di diagrammi ed abachi come esemplificato nella fig. 1;
b) la compatibilità del trattamento in relazione ai requisiti dell'opera prescritti nel par. 19.3.2.5.
Per quanto si riferisce al punto a), la procedura comprenderà la sperimentazione su più miscele necessarie alla formulazione di diagrammi come quelli di fig. 1, a partire da campioni della frazione granulometrica del materiale ≤ 20 mm, con riferimento ai corrispondenti valori dell'IPI.
Lo studio delle miscele dovrà essere così formulato. Si determinerà il consumo iniziale di calce (di seguito indicato con CIC) ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi.
A partire da una percentuale minima di calce pari al determinato valore del CIC, dovranno essere preparate diverse miscele terra-acqua-calce aumentando dello 0,5% il contenuto di calce. In ogni caso la percentuale iniziale di calce utilizzata nello studio non dovrà essere < 2% (riferito al peso del secco del terreno) ed il numero minimo di miscele da esaminare non dovrà essere inferiore a tre.
Per le diverse miscele sperimentali dovranno essere effettuati:
1) Analisi granulometrica continua
2) Indice di plasticità e di consistenza
3) Indice CBR imbibito (a 7 e 28 giorni)
4) Indice IPI. Si ricercherà la minima percentuale di calce che consenta di ottenere un IPI > 10
5) Prova Proctor Standard
6) Prova di compressione semplice (a 1, 7 e 28 giorni)
7) Prova di rigonfiamento lineare e volumetrico delle miscele con IPI>10. Si dovrà verificare, per ciascun provino, un aumento di volume rispetto al provino appena compattato inferiore al 1%
8) Prove di taglio diretto C D a 28 giorni di maturazione su campioni "tal quali" e dopo completa saturazione in acqua (per un tempo massimo di 7 giorni), costipati con energia AASHTO Standard e umidità pari a Wopt, e Wopt ± 2%.

11.3.2.3.3 Realizzazione del campo prova.

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali dovrà essere predisposto un campo prova per verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio, per verificare i dati di progetto nonché per mettere a punto le metodologie di esecuzione dei rilevati di linea (metodo di compattazione di ogni singolo strato, metodo di ammorsamento fra uno strato e il successivo, modalità di profilatura delle scarpate, protezione delle superfici finite). Per questo scopo, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e per le sedi in trincea, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di larghezza 4 m e di lunghezza utile 30 m. Quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di dimensioni utili in sommità 4 m x 50 m (escluse le rampe di accesso degli automezzi nel caso dei rilevati).
Dovranno essere messi in opera diversi schemi di rullatura, scelti in funzione del terreno da compattare, per verificare ed eventualmente ottimizzare le operazioni di compattazione.
Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio e che soddisfino la stabilità globale dell'opera. Il terreno da utilizzare per il campo prova dovrà rispondere ai requisiti di cui al punto 19.3.2.3.1 e i risultati,

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

opportunamente certificati, dovranno essere riportati in un'apposita relazione. Per quanto riguarda il corpo del rilevato, esso dovrà essere costituito da almeno 3 strati di terreno trattato, aventi ciascuno uno spessore di 30 cm dopo la compattazione.
Inoltre per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono.
- Dovrà essere tarata la spanditrice di calce per il controllo del dosaggio.
- Prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele.
- Dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua.
- La miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati.
- Il prodotto finale dovrà essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione, con piastra da 30 cm, ed il suo andamento nel tempo. Le misure dovranno essere effettuate per ogni strato almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg e a 7gg su almeno 5 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea, sia per la miscela che per le modalità di compattazione. Solo all'ultimo strato verranno effettuate le misure anche a 30gg dalla compattazione.
- Dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR sul terreno trattato per il campo prova, delle densità in situ e del contenuto d'acqua nelle porzioni di terreno vive in vicinanza dei punti di misura del modulo su piastra.
- Si dovranno determinare, mediante prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati dal terreno trattato, le caratteristiche meccaniche in termini di coesione ed angolo di attrito interno in condizioni drenate e non (c', ϕ', cu), sia nelle condizioni "tal quali" (28 giorni) che nelle condizioni, dopo 28 giorni di maturazione, indicate nel seguito:
  - 5 cicli di imbibizione ed essiccamento, ciascuno composto da completa imbibizione in acqua per almeno 4 giorni ed essiccamento per 24 h in forno a 105°C;
  - completa saturazione in acqua per almeno 7 giorni.

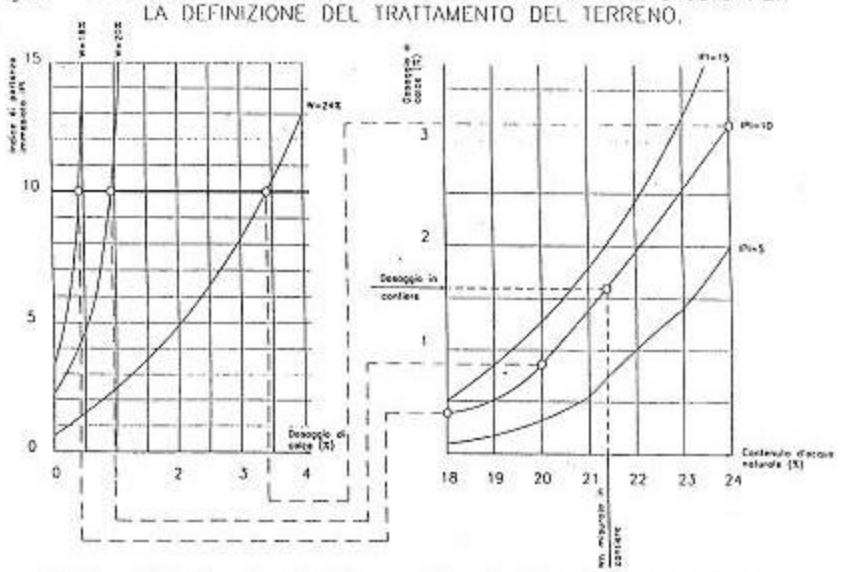
  I valori dei parametri di resistenza così determinati dovranno garantire la stabilità del corpo del rilevato (condizioni a breve e a lungo termine). Per ogni campione provato verranno determinati peso di volume, densità secca, umidità e grado di saturazione.
- Dovrà essere determinato, sulla base delle prove di densità in situ di cui al par. 19.3.2.5.5, il valore medio di riferimento
-d,med, da utilizzare secondo i criteri di cui al suddetto paragrafo. d,med rappresenta la media di tutte le prove di densità in situ condotte nel campo prova.
- Dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito.
- Dovrà essere verificata l'idoneità delle metodologie esecutive previste (protezione degli strati, ammorsamento fra gli strati, fuori sagoma, riprofilatura).

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale i requisiti minimi, previsti al par. 19.3.2.5.5, nonché i valori di resistenza atti a garantire la stabilità del rilevato, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra/calce fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.
I campi prova dovranno costituire il riferimento per la costruzione dei rilevati pertanto negli elaborati finali dei campi prova dovranno essere chiaramente specificate le modalità realizzative da riprodurre in corso d'opera.

11.3.2.3.4 - Scelta della miscela da utilizzare.
La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Fig.1 ESEMPIO DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DI UNO STUDIO PER LA DEFINIZIONE DEL TRATTAMENTO DEL TERRENO.



11.3.2.4 Modalità di esecuzione e prescrizioni

La tecnica consiste nello spandimento della calce sulla superficie di terreno da miscelare mediante l'ausilio di mezzi meccanici.
Il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori a 5°C, in presenza di vento forte e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, approvato da Italferr, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

11.3.2.4.1 Approvvigionamento e stoccaggio della calce

La calce dovrà essere consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi sili dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.
Per la calce sfusa lo stoccaggio dovrà avvenire almeno in 2 sili distinti, ciascuno di capacità corrispondente ad una giornata di lavoro. Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

11.3.2.4.2 Fasi esecutive

La stabilizzazione a calce del terreno prevede le seguenti fasi:
a) lo scotico;
b) la preparazione del terreno da trattare;
c) lo spandimento della calce;
d) la miscelazione
e) la compattazione e finitura degli strati.
Resta inteso che qualora si utilizzino macchinari in grado di effettuare la preparazione del terreno (frantumazione) e la miscelazione del terreno con la calce contemporaneamente, le fasi b) e d) potranno essere unificate.

11.3.2.4.3 Scotico del terreno

La realizzazione del piano di posa dovrà essere preceduta dall'esecuzione dello scavo, di larghezza pari all'ingombro del rilevato o della sede in trincea, per l'asportazione del primo strato di terreno vegetale e comunque per uno spessore non inferiore a 50 cm.

11.3.2.4.4 Preparazione del terreno

a) terreno in situ
Consiste nella frantumazione e nello sminuzzamento delle zolle da utilizzare, fino alla riduzione di eventuali grumi di terreno limo-argillosi tali che il 100% passi attraverso un setaccio da 40 mm.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua. La quantità d'acqua utilizzata dovrà essere controllata da opportuni dispositivi e, perché raggiunga in modo omogeneo tutto lo strato di terreno da trattare, tale operazione dovrà essere effettuata prima di ultimare la frantumazione del terreno.
Al termine di tale operazione dovrà essere misurato, in più siti e a diverse profondità, il contenuto d'acqua W_n.
Lo strato di terreno da trattare, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.
b) terreno in cava e/o da scavi
Qualora la terra venisse miscelata in un sito diverso da quello della lavorazione, si dovranno eseguire comunque tutte le operazioni previste nel precedente punto a) e dei successivi paragrafi 19.3.2.4.5 e 19.3.2.4.6. Le terre miscelate dovranno essere trasportate nel luogo dell'impiego dopo la miscelazione, in contenitori coperti per evitare eccessivi essiccamenti o per essere protetti da eventuali piogge. La quantità di terreno da trattare a calce non dovrà essere superiore a quella che potrà essere impiegata nella giornata stessa.
Per i terreni provenienti da pali e diaframmi si rimanda a quanto detto al punto 19.3.2.3.

11.3.2.4.5 - Spandimento della calce
Il quantitativo di calce da utilizzare non dovrà essere inferiore a quello approvato dalla Direzione Lavori, a valle del campo prova.
La stesa della calce dovrà essere effettuata mediante uno spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento e dotato di un dispositivo ponderale che regoli il dosatore volumetrico con una certa rapidità e precisione. E' preferibile l'utilizzo di spanditori a dosaggio volumetrico che producano un diagramma dello spandimento.
Essi dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione della calce. Pertanto tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande.
Lo spandimento della calce non dovrà interessare una superficie superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa, cià per evitare sia l'asportazione della calce dagli agenti atmosferici sia il fenomeno della parziale carbonatazione.
Non si spargerà la calce in giornate di forte vento, capace di sollevarne una parte, in relazione sia alla sicurezza del personale di cantiere sia alla precizione del dosaggio.
L'Appaltatore dovrà eseguire, in caso di spandimento di calce sfusa, all'inizio della giornata lavorativa, la taratura delle macchine spanditrici; questa verrà effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di calce che viene raccolta da ciascun telo (o contenitore) al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina rispetto al dosaggio prescritto per uno spandimento omogeneo in senso longitudinale e trasversale.

11.3.2.4.6 - Miscelazione della calce con il terreno
La miscelazione calce-terreno dovrà essere realizzata con una o più passate di Pulvimixer, fino a quando tutte le zolle siano state ridotte a dimensioni tali per cui la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm.
Il miscelatore utilizzato dovrà essere del tipo a rotore e potrà essere semovente o trainato e permettere di lavorare strati di profondità almeno di cm 50.
Le modalità di miscelazione dovranno determinare il numero minimo di passaggi effettuati ad una determinata velocità di avanzamento che permetta di raggiungere una distribuzione uniforme della calce.
La qualità della miscelazione dovrà essere controllata oltre che visivamente, verificando l'omogeneità del colore della miscela e l'assenza di strisce di calce non amalgamata nel terreno, anche mediante la misura dei diametri dei grumi di materiale fino e facendo ricorso ad opportuni indicatori (fenoftaleina).
Nel caso di miscelazione in siti diversi da quello di lavorazione, la quantità di terreno miscelato non dovrà essere superiore alla produzione giornaliera.
Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm; inoltre nella stessa giornata lavorativa devono essere completati tratti di tracciato per tutta la loro larghezza prevista dal progetto.
Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.
Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.
Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati.
È necessario garantire l'ammorsamento fra strati successivi; a tal fine, nel caso di miscelazione sul sito di lavorazione, lo strato superiore verrà miscelato con uno spessore tale da garantire un ammorsamento di qualche cm nello strato sottostante.
Qualora, invece, la miscelazione sia eseguita in un sito diverso da quello della lavorazione, si provvederà a scarificare la superficie dello strato pre-esistente prima di stendere il terreno già miscelato.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

11.3.2.4.7 - Compattazione e finitura
Le operazioni di compattazione potranno essere iniziate solo quando il contenuto d'acqua della miscela sia compreso in un intervallo tra Wopt ± 2%.
Le caratteristiche geotecniche della miscela terra-calce orientano la scelta dei rulli e ne condizionano le modalità d'impiego.
Gli schemi di rullatura utilizzati nella realizzazione dovranno essere quelli determinati sulla base dei risultati del campo prova.
La finitura superficiale degli strati dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici e non con l'apporto di nuovo materiale.
Lo strato di terreno, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.
Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura, qualora lo strato trattato non venga ricoperto con un ulteriore strato e la superficie, soprattutto nei periodi estivi, risulti esposta in maniera prolungata al sole, sarà opportuno stendere, a protezione dello strato appena ultimato, un velo protettivo di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL55 con un dosaggio minimo di 1.5 kg/mq. Tale strato di protezione dovrà essere rimosso prima di realizzare lo strato successivo. Per la protezione delle superfici finite potranno essere adottate soluzioni alternative, secondo quanto sperimentato nel campo prova. Quest ultimo dovrà fornire chiare indicazioni anche relativamente alla protezione delle scarpate.
Per assicurare un'adeguata compattazione delle scarpate, dovranno essere messe a punto nel campo prova tutte le necessarie metodologie operative, prevedendo in ogni caso la costruzione fuori sagoma del rilevato di almeno 20 cm e successiva riprofilatura.
Fermo restando quanto sopra riportato per quanto concerne la protezione delle scarpate del rilevato si potrà procedere nei modi suddetti:
1) mantenimento del fuori sagoma suddetto e riprofilatura, con gradoni di ancoraggio, solo prima della stesa del vegetale;
2) rimozione del fuori sagoma subito dopo la compattazione dello strato (o degli strati) di rilevato e immediata protezione o con terreno vegetale ovvero con emulsione bituminosa.
Le soluzioni sopra dette possono essere adottate singolarmente o in combinazione tra di loro in relazione alle caratteristiche del rilevato in esecuzione.

11.3.2.5 - Controlli in corso d'opera sui materiali

11.3.2.5.1 - Calce
La calce dovrà provenire da fornitori qualificati e preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.
Le caratteristiche della calce, riportate al par. 19.3.2.2b precedente, dovranno essere verificate secondo la seguente procedura:
- per ogni trasporto in cantiere sarà prodotto, entro 24 ore dalla consegna, un bollettino di prove ed analisi eseguite dal produttore giornalmente;
- per ogni assegnataria, verifica ogni 1000 ton. della granulometria, della reattività dell'acqua, del contenuto d'acqua, del contenuto in CO_2 combinata, del titolo in idrati totali per la calce idrata.
Nel caso in cui il prodotto non venga utilizzato entro 36 ore dalla consegna in cantiere, fermo restando le condizioni di stoccaggio stabilite in capitolato, dovranno essere eseguite le seguenti prove: granulometria, reattività dell'acqua, contenuto d'acqua, contenuto in CO_2 combinata, titolo in idrati totali per la calce idrata.

11.3.2.5.2 - Terre e miscele
Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 1.000 mc; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli dello studio e che rispettino i limiti di cui al punto 19.3.2.2a.
Sulla miscela dovrà essere effettuata, in laboratorio, una prova CBR ogni 3.000 mq x (IPI).
I risultati delle prove dovranno essere riportati in una relazione tecnica, che attesti l'idoneità del terreno al trattamento ; la medesima relazione dovrà contenere un prospetto riepilogativo delle prove condotte.

11.3.2.5.3 - Umidità del terreno
Per ogni giorno di lavorazione e per ogni tratto omogeneo di terreno da utilizzare l'Appaltatore è tenuto a rilevare il contenuto d'acqua del terreno da trattare al momento della posa, prima della miscelazione con la calce, e al momento della compattazione, entrambi con una frequenza di 1 ogni 1.000 mq di terreno steso. L'Appaltatore è tenuto ad adottare gli eventuali accorgimenti affinché sia verificata la corrispondenza tra la miscela di progetto ed il contenuto d'acqua.

11.3.2.5.4 - Fasi operative
Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 2.000 mq di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.
Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1/2.000 mq.

11.3.2.5.5 - Controlli sul prodotto finale

Ogni 2.000 mq di terreno trattato e comunque per ogni tratto di miscela omogenea posata, dovranno essere eseguite le seguenti prove:
- prova di carico su piastra con misura del modulo di deformazione Md che dovrà essere non inferiore a:
15 MPa nell'intervallo di carico 0.05-0.15 MPa per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.;
20 MPa nell'intervallo 0,05-0,15 Mpa per il piano di posa dei rilevati, e nell'intervallo 0.15-0.25 MPa per gli strati dei rilevati per una fascia di 1 m dal bordo superiore della scarpata;
40 MPa nell'intervallo 0.15-0.25 MPa per i il corpo dei rilevati e per i piani di posa in trincea;
80 Mpa nell'intervallo 0.25-0.35 MPa per strati di base della sovrastruttura.
Nel corso della sperimentazione del campo prova di cui al par. 3.2.3.3 dovranno essere definiti:
- caratteristiche dell'attrezzatura da utilizzare (tipi di rullo, peso);
- velocità di avanzamento e, nel caso di rulli dinamici, frequenza delle vibrazioni;
- numero delle passate;
- spessore massimo di ciascun strato.
Ogni qualvolta si utilizzi materiale diverso, rispetto a quello utilizzato per la sperimentazione, dovrà essere predisposto un nuovo campo prova.
Oltre a soddisfare i criteri di densità di cui al punto successivo, qualora i valori di K risultassero inferiori a 0,6 ovvero al valore di 0,9 K_{rif} ottenuto dal campo prova corrispondente, il valore di densità in situ di cui al punto successivo dovrà risultare maggiore o uguale a $\gamma_{d,med}$. Se questa relazione non sarà soddisfatta si effettueranno ulteriori due prove di densità in situ per ciascuna delle quali dovrà essere rispettato il valore minimo di cui al p.to successivo; la media delle tre prove di densità dovrà risultare superiore o uguale a $\gamma_{d,med}$. Se anche questa verifica non risulterà soddisfatta si procederà alla determinazione dei parametri di resistenza meccanica (c', ϕ', c_u) su campioni indisturbati prelevati in situ da sottoporre a prove sia in condizioni "tal quali" che di saturazione. I valori così determinati dovranno garantire la stabilità dei rilevati a breve e a lungo termine; se ciò non accadesse i lavori non verrebbero accettati.
- misura del grado di costipamento ottenuto che dovrà essere determinato secondo norma CNR - B.U. 69 (AASHTO standard), e che dovrà risultare non inferiore a:
95% per il piano di posa
98% per i rilevati e per i piani di posa in trincea.
90% per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.
- misura dello spessore dello strato.

11.4 Conglomerati bituminosi a caldo

19.4.1 Conglomerato bituminoso per strato di binder

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.
La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.
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, $\Upsilon=10s^{-1}$	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

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.
Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).
Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2% - 0,8% in peso rispetto al totale legante.
Caratteristiche dei materiali da impiegare
a) Aggregati
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, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.
L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>2 mm e D≤45 mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO GROSSO**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_C90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA_{25}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 50	$C_{50/30}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤20	M_{DE}20

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione GA 90.
Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FINE**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f_{16}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.
Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FILLER**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA(UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B8/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
b) Legante

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

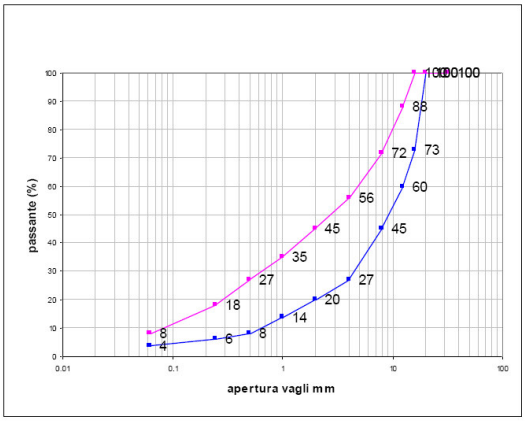
Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.
Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	° C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.
c) 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 più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
((BINDER CB 20))

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
20	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	4 -8



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}	%	≥4,4	$B_{min4,4}$

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.
Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.
In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (*Metodo Marshall*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>12	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>2,5	$Q_{min2,5}$
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<7	V_{max7}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	*ITSR*	%	>75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	>0,7	-

- i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;
- la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;
- il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (*Metodo volumetrico*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V10G_{min}$	%	>10	$V10G_{min9}$
		$V10G_{max}$	%	<14	-
Vuoti a Ndesign definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{min}	%	>3	$V_{min3,0}$
		V_{max}	%	<6	V_{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	>2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 000	$S_{min2\ 800}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	>0,7	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	*ITSR*	%	>75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):
- angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design}.

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.
Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)

I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

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 (BINDER) (*Requisiti prestazionali*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	µm/m/n	<0,8	$f_{cmax0,8}$

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a N_{design}.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

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.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.
L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.
Confezione della miscela
Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.
Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.
Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.
Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.
La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.
Preparazione delle superfici di stesa
Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).
Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.
Posa in opera della miscela
La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.
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 i raffreddamenti superficiali eccessivi.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.
Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.
Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni
Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.
Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, 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.
Lo *spessore* dello strato verrà determinato (UNI EN 12697-29), per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle 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 verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 (BINDER) (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 della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (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}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le *caratteristiche superficiali* dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
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	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.
La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, 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.

CONTROLLI PERIODICI **MATERIALI COSTITUENTI**		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **MISCELA**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **SPESSORE**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI **CARATTERISTICHE SUPERFICIALI**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

11.4.2 Conglomerato bituminoso per strati di usura

Descrizione

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

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il conglomerato per lo strato di usura può essere utilizzato anche per l'esecuzione di risagomature del piano stradale per strati con spessore inferiori a 5 cm.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.
Caratteristiche dei materiali da impiegare
a) Aggregati
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, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.
L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>2 mm e D≤45 mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO GROSSO**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_C90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 70	$C_{70/10}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	$M_{DE}20$

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione GA 90.
Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FINE**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f_{18}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.
Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FILLER**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA(UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B8/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
b) Legante
Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla - anello)	° C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11

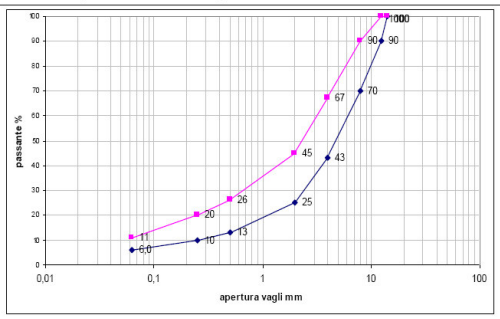
Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

c) 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 più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

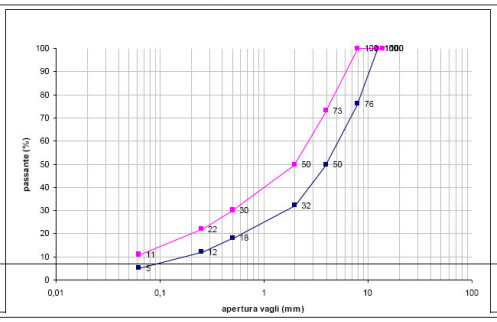
COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
(USURA CB 14 - 4 cm)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
14	100
12,5	90 - 100
8	70 - 90
4	43 - 67
2	25 - 45
0,5	13 - 26
0,25	10 - 20
0,063	6 - 11



COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
(USURA CB 12 - 3 cm)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	100
8	76 - 100
4	50 - 73
2	32 - 50
0,5	18 - 30
0,25	12 - 22
0,063	5 - 11



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	$B_{min5,4}$

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (*Metodo Marshall*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	> 12,5	$S_{min12,5}$
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	> 3	Q_{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	> 3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	*ITSR*	%	> 75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm^2	> 0,8	-

- i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;
- la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;
- il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (*Metodo volumetrico*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V10G_{min}$	%	> 10	$V10G_{min9}$
		$V10G_{max}$	%	< 14	-
Vuoti a N_{design} definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{min}	%	> 3	$V_{min3,0}$
		V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	> 2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 300	$S_{min3\ 600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm^2	> 0,8	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	*ITSR*	%	> 75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):
- angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150 o mm 100;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design}.

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.
Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)
I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

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*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	µm/m/n	<1	f_{cmax1}
In alternativa					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	mm10^{3}cicli	<10	WTS_{AIR10}

- Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.
- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

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

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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 i raffreddamenti superficiali eccessivi.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C ± 5 °C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.
Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150 ± 5 °C	≤180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.
Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.
Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, 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.
Lo *spessore* dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle 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 verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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	%	> 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (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}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le *caratteristiche superficiali* dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
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	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.
La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, 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.

CONTROLLI PERIODICI **MATERIALI COSTITUENTI**		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
CONTROLLI PERIODICI **MISCELA**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
CONTROLLI PERIODICI **SPESSORE**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa
CONTROLLI PERIODICI **CARATTERISTICHE SUPERFICIALI**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

11.4.3 Conglomerato bituminoso per strati di usura con rocce ignee o graniglie artificiali
Descrizione
Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler e additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

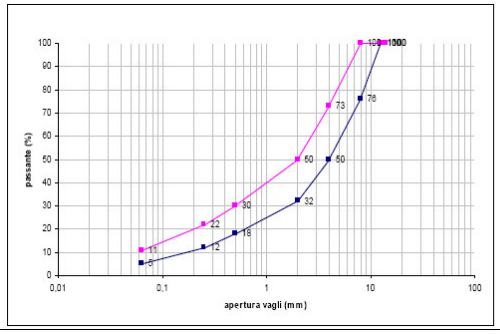
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.
Caratteristiche dei materiali da impiegare
d) Aggregati
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, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.
L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>2 mm e D≤45 mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati di seguito:
1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione" – campione costituito " da almeno 15 kg di particelle con granulometria compresa compresa fra 10 mm e 14 mm" , deve essere ≤ 18%;
3) se richiesto dalla Direzione Lavori, la sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, deve risultare non superiore al 30%;
4) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, deve essere inferiore all'1%;
5) l'indice di forma, secondo la Norma CNR B.U. n° 95 del 31 Gennaio 1984, deve essere inferiore a 15 (categoria SI15);
6) l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n° 95 del 31 Gennaio 1984, deve essere inferiore a 12 (categoria FI15);
7) il *coefficiente di levigabilità accelerata* (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8 del Aprile 2001, deve essere non inferiore a 0,43.
La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva; saranno ritenuti idonei anche inerti sintetici provenienti dalla frantumazione di scorie di forno elettrico purché accompagnati da opportuna documentazione comprovante la rispondenza dei requisiti necessari al loro riutilizzo in linea con la vigente legislazione.
L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.
Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:
1) la prova Los Angeles, secondo Norma UNI EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%;
2) l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2000, dovrà essere non inferiore all'80 % per lo strato di usura.
Il filler, proveniente dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovrà soddisfare ai seguenti requisiti:
3) essere completamente passanti al setaccio UNI 0,18;
4) avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio UNI 0,075 non inferiore a 80;
5) essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).
b) Legante
Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.
c) Attivanti l'adesione.
Nella confezione del conglomerato bituminoso di usura dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti d'adesione. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita i nello studio preliminare della miscela (mix design) in modo da garantire le caratteristiche del conglomerato bituminoso miscela come indicato nel presente Capitolato.
Il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).
d) Miscela.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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

COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
(USURA CB 12 - 3 cm)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	100
8	76 - 100
4	50 - 73
2	32 - 50
0,5	18 - 30
0,25	12 - 22
0,063	5 - 11



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 per C.B. con rocce ignee (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	≥ 5,4	$B_{min5,4}$
Contenuto di legante per C.B. con granella artificiale (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	Bmin	%	≥ 5,0	$B_{min5,0}$

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza prescritti.
Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti.
6) Il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34:2004, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare superiore a 12 KN ed inferiore a 16 KN; inoltre, il valore della rigidezza Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 3 e inferiore a 5 kN/mm;
7) La percentuale di *vuoti residui* determinata sui provini Marshall dovrà risultare compresa fra 3% e 6%;
8) A seguito di immersione in acqua demineralizzata, secondo le indicazioni della Norma UNI EN 12697-11, la *Stabilità Marshall* del conglomerato bituminoso non deve subire riduzioni superiori al 20%;
9) La resistenza a *trazione indiretta* a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-23, deve essere non inferiore a 0,6 N/mm2.
Studio della miscela in laboratorio
L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.
Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA
(MISCELA PER LO STRATO DI USURA)

MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Confezione della miscela
Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.
Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.
Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.
La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.
Preparazione delle superfici di stesa
Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).
Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.
Posa in opera della miscela
La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.
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 i raffreddamenti superficiali eccessivi.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.
Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.
Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.
Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, 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.
Lo *spessore* dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle 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 verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
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	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (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}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le *caratteristiche superficiali* dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.
La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, 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.

CONTROLLI PERIODICI **MATERIALI COSTITUENTI**		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **MISCELA**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Usura	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **SPESSORE**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI **CARATTERISTICHE SUPERFICIALI**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

11.4.4 Conglomerato bituminoso per strati di usura confezionato con bitume modificato
Descrizione
Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.
Caratteristiche dei materiali da impiegare
e) Aggregati
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, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>2 mm e D≤45 mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO GROSSO**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_C90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 70	$C_{70/10}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	$M_{DE}20$

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione GA 90.
Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FINE**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f_{16}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.
Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FILLER**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA(UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B8/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
f) Legante.
Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato contenente polimeri elastomerici, conforme alla Norma UNI EN 14023, con le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DI PROVA	**U.M.**	**VALORE**	**NORMATIVA**
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	UNI EN 1426
Punto di rammollimento (palla – anello)	°C	≥ 60	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 12	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	≥ 0,25	UNI EN 13702-1
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 50	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio : - penenetrazione - punto di rammollimento	 (dmm) °C	 ≤ 5 ≤ 0,5	UNI EN 13399
Penetrazione residua **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	%	≥ 60	UNI EN 1426
Punto di rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	≥ 58	UNI EN 1427
Incremento del punto di Rammollimento **dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)**	°C	≤ 5	UNI EN 1427

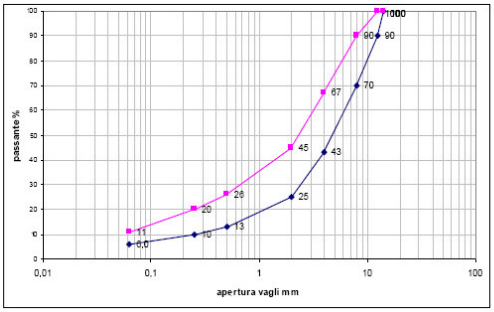
g) Miscela.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

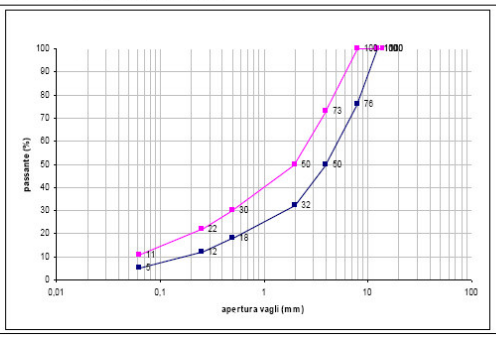
COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
(USURA CB 14 - 4 cm)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
14	100
12,5	90 - 100
8	70 - 90
4	43 - 67
2	25 - 45
0,5	13 - 26
0,25	10 - 20
0,063	6 - 11



COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA**
(USURA CB 12 - 3 cm)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	100
8	76 - 100
4	50 - 73
2	32 - 50
0,5	18 - 30
0,25	12 - 22
0,063	5 - 11



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	$B_{min5,4}$

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.
In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA
(*Metodo Marshall*)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	> 13	S_{min13}
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	> 3	Q_{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	> 3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	*ITSR*	%	> 75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	> 0,8	-

- i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;
- la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;
- il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (*Metodo volumetrico*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V10G_{min}$	%	> 10	$V10G_{min9}$
		$V10G_{max}$	%	< 14	-
Vuoti a N_{design} definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{min}	%	> 3	$V_{min3,0}$
		V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	> 2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 300	$S_{min3\ 600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	> 0,8	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	*ITSR*	%	> 75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):
- angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150 o mm 100;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design}.

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.
Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)
I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

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*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	µm/m/n	< 1	f_{cmax1}
In alternativa					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	mm10³cicli	< 10	WTS_{AIR10}

- Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.
- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.

Studio delle miscele in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.
Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.
La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.
Preparazione delle superfici di stesa Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).
Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.
Posa in opera della miscela
La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.
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 i raffreddamenti superficiali eccessivi.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 155°C ± 5 °C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.
Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥155 ± 5 °C	≤180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.
Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni
Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.
Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, 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.
Lo *spessore* dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle 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 verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
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	%	> 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (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}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le *caratteristiche superficiali* dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
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	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.
La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, 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.

CONTROLLI PERIODICI **MATERIALI COSTITUENTI**		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
CONTROLLI PERIODICI **MISCELA**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
CONTROLLI PERIODICI **SPESSORE**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa
CONTROLLI PERIODICI **CARATTERISTICHE SUPERFICIALI**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

19.4.5 Conglomerato bituminoso per strato di binder (cb 20) alto modulo
Descrizione
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.
La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.
Caratteristiche dei materiali da impiegare
h) Aggregati
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, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>2 mm e D≤45 mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO GROSSO**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_C90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA_{25}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 50	$C_{50/30}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	M_{DE}20

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione GA 90.

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FINE**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f_{16}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'**AGGREGATO FILLER**					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA(UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B8/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

i) Legante

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento 0-20 dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

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).

Il bitume modificato dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

DETERMINAZIONE	Norme di riferimento	ALTO MODULO
		UNI EN 14023
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	20 - 50
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	70 - 90
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa·sec)	UNI EN 13302	0,5 - 0,8
Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607		
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 30
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 10

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

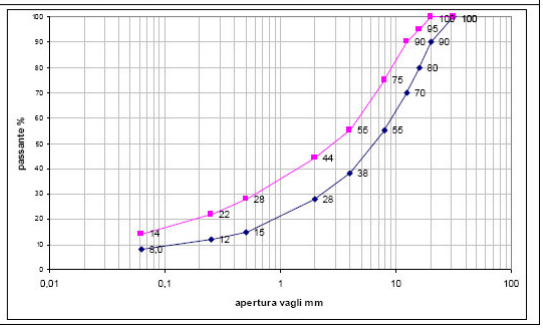
j) Miscela

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

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 più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA
(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
31,5	100
20	90 - 100
16	80 - 95
12,5	70 - 90
8	55 - 75
4	38 - 55
2	28 - 44
0,5	15 - 28
0,25	12 - 22
0,063	6 - 10



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 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}	%	≥4,8	$B_{min4,8}$

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.
Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.
In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO
(*Metodo Marshall*)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>16	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>3,5	$Q_{min3,5}$
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<7	V_{max7}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	*ITSR*	%	>75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	>1,5	-

- i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;
- la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;
- il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO (*Metodo volumetrico*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V10G_{min}$	%	>10	$V10G_{min9}$
		$V10G_{max}$	%	<14	-
Vuoti a Ndesign definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{min}	%	>3	$V_{min3,0}$
		V_{max}	%	<5	V_{max5}
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	>2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 8 000	$S_{min7\,800}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	*ITS*	N/mm²	>1,5	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	*ITSR*	%	>75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):
- angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N design.

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.
Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)
I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

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 ALTO MODULO (*Requisiti prestazionali*)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	µm/m/n	<0,8	$f_{cmax0,8}$
In alternativa					

- Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.
- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

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.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.
Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.
La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.
Preparazione delle superfici di stesa
Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).
Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.
Posa in opera della miscela
La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.
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 i raffreddamenti superficiali eccessivi.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C ± 5 °C. La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.
Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro valori approvati dalla Direzione Lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.
Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni
Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.
Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.
Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, 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.
Lo *spessore* dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle 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 verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
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 (BINDER) (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 della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (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}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le *caratteristiche superficiali* dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.
La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, 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.

CONTROLLI PERIODICI **MATERIALI COSTITUENTI**		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **MISCELA**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Binder	Impianto di produzione	Settimanale
Binder	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI **SPESSORE**		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Binder	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

11.5Sigillatura di lesioni o giunti di strisciata

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.
Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

11.5.1 Sigillatura con emulsione e sabbia

Le sigillature eseguite con emulsione e sabbia dovranno essere realizzate con emulsione acida al 55% e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5 mm.
Si dovrà porre particolare attenzione nell'impiego dell'emulsione il cui eccesso può provocare punti pericolosi per il traffico.
L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare. Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.
Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

11.5.2 Sigillatura eseguita con bitume modificato e lancia termica

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.
Si procederà innanzitutto alla apertura delle fessure mediante clipper per una larghezza ed una profondità di almeno 2 cm.
Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il sigillante, costituito da bitume modificato come appresso specificato, uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 5 cm.

Caratteristiche di verifica	U.M.	valori
densità a 25° C	g/cmc	1,0 - 1,04
penetrazione a 25° C	dmm	45 - 55
punto di rammollimento	° C	75 - 85
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -18
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	> 95
viscosità dinamica a 100° C	Pa • s	> 70
viscosità dinamica a 160° C	Pa • s	0,5 - 0,8

11.6 Miscele stabilizzate con cemento e bitume schiumato (o emulsione)

Le miscele stabilizzate con bitume schiumato e cemento sono costituite da aggregati vergini ovvero da materiali di riciclo della vecchia pavimentazione con quantità variabili di conglomerato bituminoso fresato che possono arrivare fino al 75%, da cemento e da bitume schiumato. In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito nella stessa miscela sotto forma di emulsione bituminosa. Queste miscele trovano impiego sia nella costruzione che negli interventi di manutenzione di pavimentazioni stradali ed aeroportuali.

11.6.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

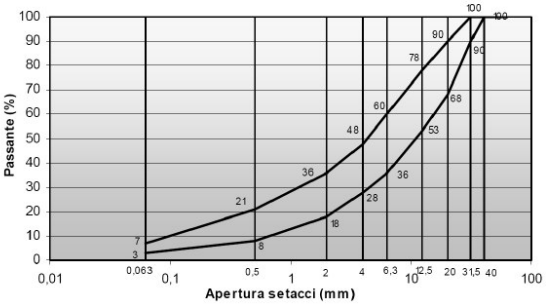
Inerti Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso fresato, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant eventualmente integrati con inerti vergini (di primo impiego).

Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente tratte con calce.

Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella Tabella A.1 la Direzione Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli aggregati nuovi sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Tab. A.1 – composizione granulometrica	
Apertura setacci (mm)	Passante in massa (%)
40	100
31,5	90-100
20	68-90
12,5	53-78
6,3	36-60
4	28-48
2	18-36
0,5	8-21
0,063	3-7



La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2 .

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Tab. A.2 – aggregato grosso			
Parametro	**Metodo di prova**	**Valori richiesti**	**Categoria UNI EN 13043**
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25 %	LA_{25}
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100 %	$C_{100/0}$
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 1 %	f_1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1 %	F_1

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore). Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

Bitume schiumato

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio appartenente alla classe di penetrazione 70/100, definita dalla UNI EN 12591. Le specifiche per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.3.

Tab. A.3 – bitume			
Parametro	**Normativa**	**Unità di misura**	**Valori richiesti**
Penetrazione a 25 ° C	UNI EN 1426	dmm	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	° C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160 ° C	UNI EN 13702-2	Pas	< 0,20
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
Valori dopo RTFOT (163 ° C)	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 ° C	UNI EN 1426	%	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≤ 0,5

Le caratteristiche di espansione del bitume, determinate in un campo di temperatura (prima dell'espansione) variabile tra 170 e 190 °C e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume, devono risultare:

- rapporto di espansione ≥ 20
- tempo di semitrasformazione (tempo in cui si dimezza l'espansione) ≥ 25 sec

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Emulsione bituminosa

In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito sotto forma di emulsione bituminosa. Tale emulsione deve essere specifica per le stabilizzazioni con calce e/o cemento, cioè di bitume distillato, sovrastabilizzata, con le caratteristiche riportate nella Tabella A.4.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Tab. A.4 – emulsione bituminosa sovrastabilizzata			
Parametro	**Normativa**	**Unità di misura**	**Valori richiesti**
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40±2
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	60±2
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2÷4
Cement mix	UNI EN 12848		< 2
Caratteristiche bitume estratto			
Penetrazione a 25 ° C	UNI EN 1426	dmm	35-36
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≥ 45
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	° C	≤ - 8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.
Cemento
I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/2011/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:
- CEM I – cemento Portland
- CEM III – cemento d'altoforno
- CEM IV – cemento pozzolanico

Acqua
Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche, conforme alla norma UNI EN 1008.

11.6.2 Studio della miscela
Le percentuali ottimali di cemento, acqua e bitume schiumato ovvero emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio. Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità. Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche (UNI EN 933-1) ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti. Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di bitume schiumato (o di emulsione bituminosa), cemento ed acqua, come indicato ai capoversi successivi costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:
- Angolo di rotazione: 1.25° ± 0.02°
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale, kPa: 600
- Dimensioni provino, mm: 150
- n° giri: 180
- Peso campione: 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

Nel caso di bitume schiumato le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di bitume schiumato (2% - 3%- 4%) e di umidità (4% - 5% - 6%).
Nel caso di emulsione bituminosa le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa modificata, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0%- 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).
Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.
La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Caratteristiche Della miscela di riciclato legato con bitume schiumato				
Requisito	**Metodo di prova**	**Simbolo**	**Unità di misura**	**Valore limite**
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).				

La resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione deve risultare almeno il 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.
L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ±10 per gli inerti riciclati, di ±5 per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume schiumato ovvero di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di ±0,25. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

11.6.3 Confezione posa in opera delle miscele
La stabilizzazione con cemento e bitume schiumato, ovvero emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione), autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli. Subito dopo la miscelazione si deve procedere al livellamento della miscela ed alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 25 ton. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. In questo caso la stesa viene effettuata con
macchina vibrofinitrice cui segue la compattazione come nel caso del treno di riciclaggio. Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

11.6.4 Controlli
Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento e bitume schiumato o emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno a discrezione della Direzione Lavori. Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) , la percentuale d'acqua, la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 13286-42) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697-26).
Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori. Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Caratteristiche di portanza dello strato di fondazione (miscela per il conglomerato riciclato con bitume schiumato)				
Requisito	**Metodo di prova**	**Simbolo**	**Unità di misura**	**Valore limite**
Modulo di deformazione (con rapporto $E_{v2} / E_{v1} < 2,15$)	DIN 18134	E_{v2}	MPa	> 130

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 nella seguente tabella:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Addensamento dello strato di fondazione in conglomerato riciclato legato con bitume schiumato (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
Requisito	**Metodo di prova**	**Unità di misura**	**Valore limite**
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.
Lo strato della fondazione 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 ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

12. BARRIERE DI SICUREZZA

12.1 Classificazione delle barriere di sicurezza stradale

L'installazione delle barriere di sicurezza, oggetto della presente normativa, riguarda il potenziamento delle barriere nei lavori di manutenzione delle strade in esercizio e l'impianto relativo alle nuove costruzioni.
Le barriere si distinguono in funzione della loro resistenza e della loro posizione sulla sede stradale.
La normativa di riferimento è il D. M. LL.PP. 18/02/1992 num. 223 e successive modificazioni ed integrazioni (in particolare D.MM. LL.PP. 15/10/1996 e D.M. LL.PP. 03/06/1998).

12.2 Classificazione delle barriere di sicurezza stradale

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed i dispositivi di sicurezza si dividono nei seguenti tipi:
a) barriere centrali da spartitraffico;
b) barriere laterali, in rilevato o scavo;
c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, etc.;
d) barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

12.3 Finalità delle barriere e dei dispositivi

Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.
Le barriere devono quindi essere idonee, ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

12.4 Individuazione delle zone da proteggere

La protezione deve riguardare almeno:
- i bordi 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 escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; 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 (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi 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, etc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, etc..

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti 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 in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.
Dei valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti:
- 3 ml per strada in rettifilo a livello di piano di campagna, V = 70 km/h, TGM = 1000;
- 10 ml per strada in rettifilo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, V = 110 km/h, TGM = 6000.

12.5 Livelli di contenimento e Severità degli impatti

Viene definito convenzionalmente, ai fini della classificazione delle barriere e degli altri dispositivi, "Livello di contenimento Lc" l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere.
Viene poi definito convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, l'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

12.6 Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.
Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.
Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione".
L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).
Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Appaltatore installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato di omologazione".
Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

12.7 Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi devono corrispondere ad un indice ASI minore o uguale ad 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono. È ammesso un indice ASI fino a 1.4 per le barriere ed i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.
Le barriere di tipo a), b), c) e d) di cui all'art. 22.1 si classificano, in relazione al livello di contenimento definito all'art. 22.4 con tolleranza in meno pari al -5% e tolleranza in più correlata a quella ammissibile per i parametri di prova; si dovrà specificare anche la larghezza utile per la deformazione trasversale (di cui alle procedure di misurazione delle prove).
Si avrà:
CLASSE N1: Contenimento minimo Lc = 44 kJ
CLASSE N2: Contenimento medio Lc = 82 kJ
CLASSE H1: Contenimento normale Lc = 127 kJ
CLASSE H2: Contenimento elevato Lc = 288 kJ
CLASSE H3: Contenimento elevatissimo Lc = 463 kJ
CLASSE H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio Lc = 572 kJ
Le barriere d) impiegate per punti singolari, quali zone di approccio ad opere d'arte e terminali di barriere o simili, non sono sempre classificabili in base a livello di contenimento specifico ed il loro impiego sarà curato dal tecnico progettista o dal Direttore Lavori, come riportato nell'art. 22.7.
I terminali sono definiti come gli elementi finali di una barriera di sicurezza corrente. La loro origine, per quanto possibile, non deve essere esposta al traffico, e la loro costruzione deve rappresentare una transizione con contenimento graduale dei veicoli, da zero, all'origine, fino alle prestazioni complete, nel punto in cui si uniscono alla barriera.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Gli attenuatori d'urto hanno lo scopo di ridurre, quando necessario, la severità dell'urto di un'autovettura contro gli ostacoli, compreso anche l'inizio delle barriere.
Per essi sono definite due classi di contenimento TC1 e TC2 sempre con le stesse tolleranze menzionate precedentemente.
-Classe TC1: Attenuatori che ammettono un livello di contenimento Lc = 320 kJ.
-Classe TC2: Attenuatori che ammettono un livello di contenimento Lc = 500 kJ.
Nell'ambito di queste classi, un'ulteriore suddivisione è rappresentata dal comportamento del dispositivo nel caso di urto angolato rispetto alla linea di mezzeria del dispositivo stesso:
Attenuatori Redirettivi (R): contengono e ridirigono i veicoli urtati;
Attenuatori Non Redirettivi (NR): contengono, ma non ridirigono i veicoli urtati.

12.8 Barriere metalliche - qualità dei materiali - Prove

a) Qualità dei materiali
1) Caratteristiche dell'acciaio.
L'acciaio impiegato per le barriere ed i parapetti dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), ad eccezione dei nastri a tre onde che dovranno essere costruiti con acciaio di qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).
L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.
2) Tolleranze dimensionali.
Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, la Stazione Appaltante riterrà validi i valori riportati nella tabella seguente.

Spessore nominale dei manufatti	Tolleranze accettabili (in difetto)
Fino a 3.50 mm	- 0.05 mm
3.50 ÷ 7.00 mm	- 0.10 mm
Oltre 7.00 mm	- 0.15 mm

3) Unioni bullonate.
La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.
4) Unioni saldate.
I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.
In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.
5) Zincatura.
Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme CNR-CEI num. 7-6 / VII 1968.
Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nella tabella seguente.

CLASSE	DESCRIZIONE DEI MATERIALI (mm) (nominali)	Massa minima dello strato di zinco per unità di superficie (g/mq)		Spessore dello strato di zinco per unità di superficie (µml)	
		Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo	Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo
B	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio aventi 3.00 mm o più di spessore	600	550	86	78
C	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio con spessore inferiore a 3.00 mm	400	350	57	50
D	Minuteria metallica, come ganci, viti, dadi, rondelle, piastrine, tirafondi e bulloneria in genere	400	350	57	50

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74.
6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.
La rete sarà realizzata con fili di acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mmq mentre i fili di legatura in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.
La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/mq.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio.
In questo caso la percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.
b) Prove sui materiali.
1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.
La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.
Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.
La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometria tarata a 10 daNm.
Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare verrà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze di anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.
In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.
Sarà inoltre effettuata una verifica in laboratorio, che prevede il controllo manuale mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.
2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.
Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI num. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:
- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

La rete sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO2 per un volume totale della camera di 300 lt, corrispondente ad una concentrazione dello 0.33%.
I relativi provini verranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.
Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni verranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H2O + SO; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.
Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

12.7.1 Accettazione dei materiali
L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata dalle norme descritte nel precedente articolo "Qualità dei materiali - Prove".
L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici num. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dalla qualità dei materiali stessi.
Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante dell'Appaltatore.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.
La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, almeno una volta nel corso dell'appalto.
Di norma le campionature verranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti di barriera o di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.
Per partite di quantità inferiore ai minimi sottoriportati, in assenza di specifiche indicazioni progettuali, le campionature verranno eseguite a discrezione della Direzione Lavori.
1) Prove relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria
Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 1.000 ml di impianto
Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi (zincatura)
Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto
Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto
Le campionature dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Appaltatore, al laboratorio autorizzato indicato dalla Stazione Appaltante.
Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.
Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, che comunque non concorra a compromettere la resistenza degli impianti, si procederà all'applicazione delle penali di cui alla tabella seguente.

Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale a applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

12.9 Demolizione di barriere esistenti

Lo smontaggio degli elementi di barriera esistente dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni; eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore.
Nel caso di lavorazioni su strade in esercizio, alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti di strada senza protezione.
Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione Appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi indicati dalla Stazione Appaltante, oppure ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori portati a discarica, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.
Sono inoltre stabilite le seguenti prescrizioni per le diverse tipologie di impianto esistente da rimuovere:
1) barriere su rilevato
- le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore;
2) barriere su opere d'arte
- è espressamente compreso ogni onere per la demolizione senza alcun pregiudizio della struttura esistente e tutti gli oneri eventualmente derivanti per il ripristino dell'opera d'arte
- gli elementi metallici inghisati e/o annegati nella struttura dell'opera d'arte posti in posizioni non interferenti con impianti di nuova formazione dovranno essere tagliati, con tecniche appropriate, a filo dell'estradosso della struttura stessa, al fine di non creare situazioni di potenziale pericolo.
22.9 - Nuovi impianti su rilevato: modalità di esecuzione
La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.
La faccia del nastro sarà inclinata di 5° per la barriera a tripla onda e di 8° per la barriera a due onde rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.
I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.
Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 daNm da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.
Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimite conformi alla normativa vigente.
I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.
Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm.
Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino a un massimo di sei, l'Appaltatore è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri di ancoraggio da adottare.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Generalmente si ricorrerà alla formazione di un basamento longitudinale di sezione opportuna in calcestruzzo di cemento armato nel quale saranno annegati i sostegni.
Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malta di cemento.
In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di adeguate opere di rinforzo.
Lungo il tracciato della barriera possono trovarsi sottoservizi, per cui l'Appaltatore è tenuta a chiedere agli enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.
In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Stazione Appaltante sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.
Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.
L'Appaltatore è comunque tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o parte di essi se questi non sono stati eseguiti secondo le norme sopraelencate.
Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti secondo la corretta e regolare esecuzione.

12.10 Nuovi impianti su opera d'arte: modalità di esecuzione

Le operazioni dovranno svolgersi con inizio dalla fine dell'opera d'arte stessa rispetto alla direzione del traffico.
La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro, o della trave di collegamento, cada entro il margine della pavimentazione stradale.
Nel caso di nastro superiore ad onda, la faccia del nastro stesso sarà inclinata di 8° rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.
I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.
Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 daNm da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.
Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimite conformi alla normativa vigente.
La sequenza di posa degli elementi costituenti la barriera su opera d'arte è indicativamente la seguente:
- predisposizione nel conglomerato cementizio dei fori di posizione e dimensione corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata
- introduzione nei perfori realizzati di tirafondi di caratteristiche e dimensioni corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata.

Le barre dovranno essere filettate in testa e zincate con procedure e grado di protezione analoghi a quelli stabiliti per i montanti della barriera.
Le modalità di controllo faranno espressamente riferimento a quanto stabilito nelle presenti Norme in materia
- inghisaggio nei perfori dei tirafondi mediante prodotto ancorante di caratteristiche fisico-meccaniche corrispondenti a quelli indicate nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata
- posizionamento sull'estradosso della struttura, in corrispondenza dei punti di appoggio delle piastre degli elementi di sostegno, di riquadri in gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, di dimensioni pari a quelle della piastra con fori predisposti in corrispondenza dei tirafondi
- posizionamento degli elementi di barriera, secondo le modalità indicate nei disegni costruttivi e facenti riferimento alla struttura omologata, con opportuni spessoramenti compensatori di quota al fine di aver un buon allineamento dei nastri e degli eventuali parapetti

Nel caso in cui il progetto preveda espressamente l'inserimento dei tirafondi nell'opera d'arte preventivamente all'esecuzione dei getti, gli elaborati progettuali definiranno in maniera univoca le modalità esecutive per la predisposizione di tali tirafondi che dovranno comunque essere zincati, come indicato sopra, e rispondenti a quanto stabilito nei disegni costruttivi della barriera e facente riferimento alla struttura omologata.

12.10.1 Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione

In corrispondenza dei giunti di dilatazione di impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato stesso.
Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

In ogni caso non sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, salvo specifica previsione progettuale.

12.10.2 Caratteristiche degli ancoranti chimici per inghisaggio.
L'inghisaggio dei tirafondi di ancoraggio delle piastre, deve essere effettuato mediante resine sintetiche senza stirene, da applicare nei fori della struttura di supporto della barriera stradale nel rispetto delle seguenti caratteristiche:

Dimensioni barra	Ø foro [mm]	Profondità foro [mm]	Carico a rottura [kN]	Carico di sicurezza [kN]
M16	18	125	55,00	12,5
M 20	24	170	83,00	17,50
M24	28	210	102,50	26,50

I valori di carico riportati sono determinati statisticamente e dipendono strettamente dalla qualità e resistenza del supporto specificato, per questo motivo, in caso di carichi elevati, si consiglia di verificare la caricabilità del supporto con prove in loco.

Temperatura (°C)	Tempo indurimento (minuti)	Tempo di applicazione massimo carico (minuti)
30	3	25
20	7	50
10	22	150
5	30	200

12.10.3 Caratteristiche dei materiali di riempimento delle nicchie di ancoraggio.
La sigillatura delle nicchie dovrà essere effettuata con malta cementizia reoplastica e tixotropica, e rapido indurimento, con granulometria massima degli inerti di 4 mm, resistenza a compressione pari a 25 MPa, ph>12, peso specifico pari a 1900 Kg/mc, adesione su calcestruzzo maggiore di 1,00 N/mmq.

13. SEGNALETICA ORIZZONTALE

13.1 Norme tecniche di esecuzione

Nella esecuzione dei lavori, l'impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.
Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. num. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. num. 495 del 16/12/92, dal D.P.R. 16 Settembre 1996 num. 610, dalla normativa UNI EN 1436 e dai disegni esecutivi di progetto.
Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle opportune segnalazioni, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale di cui rimarrà unica responsabile a qualsiasi effetto.

13.2 Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito nelle Leggi, Regolamenti e disciplinari ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra, e ne sia certificata provenienza e qualità.
Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.
Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta unica responsabile della buona esecuzione dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

13.3 Prescrizioni generali di esecuzione delle principali categorie di lavoro e forniture

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.
Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato ed annesso Elenco dei Prezzi, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.
Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

13.4 Accertamenti preliminari

In base ai risultati delle analisi e degli studi eseguiti, l'Impresa dovrà presentare, entro e non oltre dieci giorni dalla data di ricevimento della lettera d'affidamento, la composizione della miscela che intende adottare, corredando la soluzione proposta con la completa documentazione in originale degli studi effettuati in laboratorio, che dovranno possedere i requisiti descritti nei paragrafi successivi, con i certificati d'origine rilasciati dal Produttore del materiale e l'indicazione del cantiere di utilizzo della miscela.
I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero LL.PP. num. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale num. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni; in particolare i produttori dovranno essere in possesso della certificazione del sistema qualità dell'azienda secondo norma UNI EN ISO 9001/2008 e presentare una dichiarazione di conformità ai sensi della norma UNI CEI ISO/IEC 17050/2005 (criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore).
La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche prima di effettuare la consegna dei lavori.
L'approvazione non elimina comunque la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento dei requisiti finali della miscela di prova.

13.4.1 Vernice rifrangente

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da scheda tecnica rilasciata da laboratorio abilitato, in cui devono essere dichiarate le caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione e alle sfere di vetro.
Può essere di due tipi:
1 – idropitture con microsfere di vetro postspruzzate:
la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.
2 – pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:
la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.
La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:
- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro
- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazione della segnaletica orizzontale

Durante l'esecuzione della segnaletica orizzontale, la D.L. potrà disporre il prelievo dal serbatoio, della macchina traccialinee, di campioni di circa 5 kg cadauno, da inviare a cura e spese della Stazione Appaltante, ai Laboratori Ufficiali per le prove di verifica della corrispondenza della pittura ai requisiti prescritti dal presente Capitolato e alla dichiarazione delle caratteristiche del Cottimista.
I campioni trasferiti in adatti contenitori (si raccomanda l'uso di contenitori metallici, in vetro o in plastica che abbiano l'apertura sufficientemente ampia da consentire la omogeneizzazione meccanica in laboratorio) e riempiti per il 95% del loro volume, saranno chiusi ermeticamente ed etichettati con le seguenti note necessarie a identificare univocamente il campione:
- Descrizione del prodotto
- Ditta produttrice
- Data di fabbricazione
- Numerosità e caratteristiche della partita
- Contrassegno
- Luogo del prelievo
- Data del prelievo
- Firme degli incaricati

Il prelievo sarà eseguito secondo la norma UNI 8359-82, punto 5.
La D.L., in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, potrà disporre il prelievo, su lamierini metallici dalle dimensioni di 40*20*0.05 cm, di strisce di pittura, per misurarne lo spessore medio, con lo scopo di risalire alla resa effettiva del prodotto verniciante.
Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.
La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (100 ml) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la vernice posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di scelta della Stazione Appaltante.

13.4.2 Termospruzzato plastico

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.
La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:
- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro;
- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazione della segnaletica orizzontale

La D.L. disporrà l'esecuzione di prove in situ atte a verificare la rugosità del prodotto stesso, la visibilità diurna, il contrasto con la pavimentazione e la visibilità notturna.

13.3.3 Laminato elastoplastico

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucciolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione e ad elevata resistenza all'usura. Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non devono scolorire al sole.
Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:
- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro
- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazione della segnaletica orizzontale

13.5Standard prestazionali segnaletica orizzontale con vernice rifrangente

13.5.1 Generalità

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.
Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436.
I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. : bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.
La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di 8 (otto) mesi, decorrenti dalla data di emissione del Certificato di Ultimazione Lavori; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.
I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.
Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.
La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.
In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.
E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.
La pittura dovrà essere applicata sulla superficie stradale asciutta, priva di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale e in condizioni ambientali ottimali;in particolare si avrà la precauzione di non operare in presenza di vento per evitare dispersioni di prodotto e di perline ai lati delle zone da coprire con la pittura.
In fase di stesura, particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle strisce longitudinali che interessano tratti stradali curvilinei, nelle aree di intersezione ed in prossimità di ostacoli posti sulla piattaforma stradale.
Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non dovrà procedere all'esecuzione del lavoro e dovrà avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.
La stesura della vernice e della post spruzzatura nelle aree di intersezione dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura che permetta una uniformità nella posa delle perline in post spruzzatura con conseguente raggiungimento dei parametri di luminanza retroriflessa RL su tutta la superficie trattata .

13.5.2 Caratteristiche della vernice rifrangente

Le vernici rifrangenti sono pitture che contengono perline di vetro capaci di retroriflettere, immediatamente dopo l'applicazione, la luce proiettata dai fari degli autoveicoli.
La vernice posta in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia, i seguenti coefficienti minimi di luminanza retroriflessa RL.
Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- Classe R2, RL ≥ 100 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale provvisorio:
- Classe R3, RL ≥ 150 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale permanente:
- Classe R3, RL ≥ 80 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.3 prospetto 2 – 3 - 4.
Per la pittura bianca il pigmento inorganico sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.
Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di Classe S1 di resistenza al derapaggio SRT ≥ 45 (Skid Resistance Tester) secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.5 prospetto 7 per tutta la vita utile.
La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.
Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.
La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.
La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

13.5.3 Caratteristiche dell'attrezzatura traccialinee per segnaletica orizzontale
La segnaletica orizzontale in vernice dovrà essere eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo con dispositivo di post-spruzzatura delle perline di vetro, con l'utilizzo di personale specializzato.
Le attrezzature nella disponibilità dell'azienda aggiudicataria dovranno connotarsi per i seguenti requisiti minimi richiesti:
1. macchina traccialinee accompagnata dalle seguenti certificazioni:
- dichiarazione di conformità CE ai densi della Direttiva Macchine 98/37/CE;
- dichiarazione di conformità CE ai sensi della Direttiva Attrezzature a pressione 97/23/CE;
- sketch rilevamento rumore con risultati ottenuti in accordo alle normative ISO11202/97 (LpA) e ISO3744/97 (Lwa);
- sketch rilevamento vibrazioni con risultati ottenuti in accordo alla normativa ISO2631/97.

Per la realizzazione delle linee longitudinali, la D.L. potrà richiedere una attrezzatura traccialinee con le seguenti caratteristiche tecniche:
1. serbatoio vernice della capacità minima di 150 litri;
2. trazione oleodinamica su entrambe le ruote posteriori con rampa a cilindrata variabile per un controllo costante della velocità e pertanto della quantità di prodotto applicato;
3. dispositivo elettronico di tratteggio con almeno 6 misure differenti di vuota e pieno;
4. pistole pneumatiche con dispositivo di spruzzo pneumatico a cannocchiale;
5. pistola manuale per scritte, zebrature;
6. dispositivo spargiperline con serbatoio della capacità minima di 50 litri e relativa pistola con valvola regolabile per ritardo chiusura rispetto alla pistola della vernice.

23.4.4 - Caratteristiche particolari della vernice rifrangente
a) *Tempo di essiccamento*
In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la vernice applicata sulla superficie alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.
Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.
Le *idropitture* devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un'umidità relativa inferiore all' 80%.
b) *Colore della pittura*

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.4 prospetto 6.
Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.
Ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato secondo quanto specificato nel prospetto 5 della normativa di cui sopra, anche il fattore di luminanza β.
Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta la classe del fattore di luminanza per colore BIANCO dovrà essere pari a $\beta \geq 0{,}30$, per colore GIALLO dovrà essere pari a $\beta \geq 0{,}20$.

13.5.5 Caratteristiche particolari delle sfere di vetro
Le microsfere dovranno rispettare i requisiti previste nella norma UNI EN 1423/2004
a) *Indice di rifrazione*
per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro si richiede di adottare microsfere con indice di rifrazione n conforme alla Classe A, $n \geq 1{,}50$.

13.5.6 Prove e misurazioni in situ
a) *Resistenza all'attrito radente (SRT)*
La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.
La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.
I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.
Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.
Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.
Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche
particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.
b) *Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto*
La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.
I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:
1. impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.
I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.
2. impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroriflettomentro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.
La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni. Dovrà essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.
La Direzione Lavori, iniziati i lavori di ripasso, provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto per verificare il valore del coefficiente; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.
Ogni misurazione sarà composta da almeno 4 rilevi effettuati ad una distanza di circa 1 mt. tra loro: la media dei rilievi sarà assunta come valore finale.
A discrezione della Direzione Lavori, nel caso di verifica del coefficiente di luminanza retroriflessa per lavori di rifacimento segnaletica per attraversamenti pedonali, fasce d'arresto continue, zebrature, i valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.
Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.
Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.
Prima dello scadere della garanzia prescritta, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori indicati in Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.
Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.
In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.
Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.
c) *Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)*
I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di 45°±5° e un angolo d'osservazione di 0°±10°. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm2. Per delle superfici molto rugose,
la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm2, ad esempio 25 cm2. Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
1) linee longitudinali:
deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportino giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.
2) simboli:
per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.
3) lettere:
per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.
4) linee trasversali:
per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi

13.6Standard prestazionali segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico

13.6.1 Generalità

E' fatto obbligo all'impresa realizzatrice di certificare su quali arterie stradali il prodotto da adoperare è stato già applicato e con quale esito, soprattutto per quanto riguarda la durata e la antisdrucciolevolezza in relazione al traffico ed allo spessore dello spruzzato termoplastico.
L'Impresa realizzatrice deve fornire, a sue spese, un certificato emesso dal produttore con il nome ed il tipo di materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla Direzione dei Lavori. Il certificato deve essere autenticato dal rappresentante legale della Società produttrice.
La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'Impresa realizzatrice.
Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma.
Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.
Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro.
I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. : bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.
La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di mesi dodici dalla data di posa della vernice; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.
Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.
La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.
In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.
E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.

13.6.2 Caratteristiche del materiale termospruzzato
Il materiale temospuzzato posto in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia di mesi dodici dalla data di effettiva stesa, i seguenti coefficienti minimi di luminanza retroriflessa RL.
Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:
- Classe R2, RL ≥ 100 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale provvisorio:
- Classe R3, RL ≥ 150 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale permanente:
- Classe R3, RL ≥ 80 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, RL ≥ 25 mcd * lux $^{-1}$ * m $^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.3 prospetto 2 – 3 - 4.
Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di Classe S1 di resistenza al derapaggio SRT ≥ 45 (Skid Resistance Tester) secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.5 prospetto 7 per tutta la vita utile.

13.6.3 Sistema di applicazione
L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico e' costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la prefusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2 mc. di aria al minuto alla pressione di 7 kg/cm2. Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra cm. 10 e cm. 30 possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente. Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoriuscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie.
Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.
La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.
L'Impresa esecutrice provvederà anche alle attrezzature adeguate ed alla manodopera specializzata per eseguire la spruzzatura a mano di frecce, scritte, ecc.
Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200 gradi C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.
Lo spessore delle strisce e delle zebrature deve essere di norma di 1,5 mm, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di 2.5 mm.
La Direzione dei Lavori potrà diminuire gli spessore indicati fino ai limiti qui appresso indicati:
- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le zebrature fino ad un minimo di 1.2 mm;
- per le frecce e le scritte fino ad un minimo di 2.0 mm.

13.6.4 Caratteristiche particolari materiale temospuzzato
a) *Tempo di essiccamento*

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la vernice applicata sulla superficie alla temperatura la vernice applicata sulla superficie stradale (manto in conglomerato bituminoso, manto in conglomerato bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso dell'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, ainsindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.
b) *Colore della pittura*
Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.4 prospetto 6.
Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.
Ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato secondo quanto specificato nel prospetto 5 della normativa di cui sopra, anche il fattore di luminanza β.
Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta la classe del fattore di luminanza per colore BIANCO dovrà essere pari a $\beta \geq 0{,}30$, per colore GIALLO dovrà essere pari a $\beta \geq 0{,}20$.
23.5.5 - Caratteristiche particolari delle sfere di vetro
Le microsfere dovranno rispettare i requisiti previste nella norma UNI EN 1423/2004
a) *Indice di rifrazione*
per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro si richiede di adottare microsfere con indice di rifrazione n conforme alla Classe A, $n \geq 1{,}50$.

13.6.6 Prove e misurazioni in situ
a) *Resistenza all'attrito radente (SRT)*
La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.
La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.
I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.
Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.
Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.
Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.
b) *Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto*
La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.
I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:
1. impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.
I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.
2. impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroriflettomentro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.
I valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.
Dovrà essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.
La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.
Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.
Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.
Prima dello scadere della garanzia prescritta, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori indicati in Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.
Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.
In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.
Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.
c) *Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)*
I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di 45°±5° e un angolo d'osservazione di 0°±10°. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm2. Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm2, ad esempio 25 cm2. Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
1) linee longitudinali:
deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportino giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.
2) simboli:
per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.
3) lettere:
per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.
4) linee trasversali:
per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi
23.6 – Standard prestazionali segnaletica orizzontale in laminato elastoplastico
23.6.1 - Generalità
Il materiale oggetto del presente capitolato dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucciolo e di microsfere in vetro o ceramica con buone caratteristiche di rifrazione che conferiscano al laminato stesso un buon potere retroriflettente.
Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle particelle antisdrucciolo e delle microsfere, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.
Il laminato elastoplastico 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 fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.
Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro.
I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. : bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.
La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di trentasei dalla data di posa della vernice; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.
Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.
La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.
In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.
E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.

13.6.2 Caratteristiche tecniche del laminato elastoplastico

TIPO A

Antistrucciolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di SRT ≥ 45 (British Portable Skid Resistence Tester).
Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

COLORE	BIANCO
RL (mcd/mq * lux)	300

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).
Microsfere: le microsfere in vetro allo strato di resina dovranno avere un indice di rifrazione β maggiore o uguale a 1,50.

TIPO B

Composizione: il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere in ceramica e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.
Antistrucciolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di almeno SRT ≥ 50 (British Portable Skid Resistence Tester).
Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq*lux).

COLORE	BIANCO
RL (mcd/mq * lux)	500

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore tra 1,5 e 2 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).
Microsfere: le microsfere in ceramica, ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione β superiore a 1,70.

TIPO C

Composizione: il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere in ceramica e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.
Antistrucciolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di almeno SRT ≥ 55 (British Portable Skid Resistence Tester).
Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq*lux).

COLORE	BIANCO
RL (mcd/mq x lux)	700

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore tra 1,5 e 2 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).
Microsfere: le microsfere in ceramica, ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione β superiore a 1,70.
Le microsfere in vetro presenti all'interno del prodotto dovranno avere un indice di rifrazione β di 1,50.

13.6.3 Sistema di applicazione

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o meno, manti in cemento. La scelta del laminato, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:
- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- posate su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.
L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni, accettato dal Direttore dei Lavori. Sulle pavimentazioni realizzate già da tempo, preventivamente pulite, va sempre utilizzato del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni, accettato dal Direttore dei Lavori. L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dal dei Lavori automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente. Le frecce, le lettere e le zebrature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

13.6.4 Prove e misurazioni in situ

a) *Resistenza all'attrito radente (SRT)*

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.
La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.
I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.
Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.
Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.
Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.

b) *Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto*

La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.
I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:
1. impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.
I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.
2. impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroriflettomentro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.
I valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.
Deve essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.
La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.
Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.
Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.
Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.
Prima dello scadere della garanzia prescritta di mesi otto, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori di Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.
Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.
In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.
c) *Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)*
I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di 45°±5° e un angolo d'osservazione di 0°±10°. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm2. Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm2, ad esempio 25 cm2. Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
1) linee longitudinali:
deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportino giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.
2) simboli:
per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.
3) lettere:
per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.
4) linee trasversali:
per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi

13.7 Standard prestazionali segnaletica orizzontale temporanea materiali preformati retrorifrangenti

13.7.1 Generalità
Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucciolo e di microsfere ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.
La resina poliuretanica, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfere e delle particelle antiscivolo.
Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.
Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.
Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante"
L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico. Appena applicato, il laminato dovrà essere immediatamente transitabile.
Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.
Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro.
I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. : bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.
23.7.2 - Caratteristiche dei materiali preformati retrorifrangenti
Il materiale preformato posto in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia di mesi dodici dalla data di effettiva stesa, i seguenti coefficienti minimi:
Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:
- retroriflettenza RL ≥ 600 mcd/lux*mq
- antiscivolosità SRT ≥ 55
- spessore 1,5 mm

14. VERNICIATURE

14.1 Generalità
Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.
Entrambi i cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.
Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.
Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.
Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.
Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.
Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione.
Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.
Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:
in officina, a lavorazione ultimata:
- sabbiatura di tutte le superfici;
- applicazione dello strato di primer;

in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
- spazzolatura dei punti da ritoccare;
- ritocchi sullo strato di primer;
- applicazione dello strato intermedio;
- applicazione dello strato di finitura.

14.2 Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0.500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.
Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.
L'Appaltatore, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.
Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Appaltatore, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.
L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.
La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.
Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligato ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.
Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.
L'Appaltatore è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

14.3 Preparazione delle superfici

14.3.1 Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.
Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.
Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0.025 e 0.050 mm.
A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.
Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

14.3.2 Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.
Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, etc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.
La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).
Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri. Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

14.4Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

14.4.1 Ciclo per superfici in vista

14.4.1.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a) Sabbiatura di grado A Sa 2½;
b) Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido non inferiore a 76%;
- zinco metallico nel film secco non inferiore a 86%;
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela non inferiore a 2500 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione - 15°C;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa non inferiore a 50%):

temperatura (°C)	tempi min di sovraverniciatura
- 15	7 giorni
5	48 ore
15	24 ore

14.4.1.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

a) spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
b) applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.060 mm avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido non inferiore a 80%;
- zinco metallico nel film secco non inferiore a 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela non inferiore a 2500 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura (°C)	tempi min di sovraverniciatura
10	8 ore
15	6 ore

c) applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido non inferiore a 59%
- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela non inferiore a 1250 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura (°C)	tempi min di sovraverniciatura
10	24 ore
15	12 ore

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

d) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.050 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido non inferiore a 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela non inferiore a 1200 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione 5°C.

14.4.2 Ciclo per superfici interne

14.4.2.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata
Si richiamano integralmente le norme precedenti a) e b) al punto 14.4.1.1.

14.4.2.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio
a) spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
b) applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.060 mm avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido non inferiore a 80%;
- zinco metallico nel film secco non inferiore a 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela non inferiore a 2500 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura (°C)	tempi min di sovraverniciatura
10	8 ore
15	6 ore

c) applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.075 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: non inferiore a 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: non inferiore a 1.350 gr/lt;
- temperatura minima di applicazione: 10°C;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)
d) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0.150 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: non inferiore a 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: non inferiore a gr/lt 1500;
- temperatura minima di applicazione: 10°C

14.5Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.
Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:
In officina:
- sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0.080 mm.
In opera:
- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0.100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0.070 mm;

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com

- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, etc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0.250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in una mano a spruzzo airless;
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0.130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella normativa vigente e nella normativa UNI 9503.
Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovravernicitura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

14.6 Manufatti in acciaio profilato

L'Appaltatore dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti, scale, pensiline, cancelli etc., come da disegni di progetto, complete di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.
L'acciaio dovrà essere minimo del tipo S 275 certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.
I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.
Saranno finiti mediante:
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

14.7 Botole, chiusini, etc.

Le botole, i chiusini, etc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

14.8 Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a ml 3.20.

14.9 Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Progettazione: Dott. Ing. Luigi Damiani
Via della Meridiana, 35 - 30021 Caorle (VE) - Tel. 347/0035736
Mail: damiani.ingegneria@gmail.com