

INDICE

Articolo 1 Tracciamenti	.....	pag.	2
Articolo 2 Demolizioni e rimozioni	.....	pag.	2
Articolo 3 Scavi	.....	pag.	3
Articolo 4 Opere in c.a.	.....	pag.	7
Articolo 5 Formazione del corpo stradale	.....	pag.	15
Articolo 6 Segnaletica	.....	pag.	35
Articolo 7 Realizzazione dell'impianto fognario	.....	pag.	63
Articolo 8 Condotte in Pead	.....	pag.	77
Articolo 9 Cabina di trasformazione dell'energia elettrica	.....	pag.	79
Articolo 10 Cavidotti dei sottoservizi	.....	pag.	81
Articolo 11 Opere a verde	.....	pag.	82
Articolo 12 Camplonatura dei materiali	.....	pag.	92
Articolo 13 Attestati e certificazioni di conformità	.....	pag.	92

Articolo 1

Tracciamenti

Prima di iniziare qualsiasi opera, l'Appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, al tracciamento dell'opera stessa, ivi compresi la fornitura delle attrezzature, dei materiali, del personale e della manodopera necessari.

Articolo 2

Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni delle murature in calcestruzzo armato e delle pavimentazioni esistenti, sia in rottura, che in breccia, che parziali, andranno effettuate con la massima cura e con le necessarie precauzioni. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare le residue murature e le residue pavimentazioni, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Le demolizioni riguarderanno esclusivamente le parti e le cubature descritte.

Sarà vietato gettare i materiali dall'alto, che dovranno essere trasportati in basso con idonei mezzi in modo da non provocare danni e sollevamento di polveri.

Tutta la zona operativa (interna ed esterna al cantiere) dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti.

L'Appaltatore dovrà provvedere al puntellamento ed alla messa in sicurezza provvisoria, tramite opportune opere provvisorie, di tutte quelle porzioni di fabbrica per le quali non siano previste opere di demolizione.

Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

Tutti i materiali di scarto e le macerie provenienti dalle demolizioni dovranno sempre essere immediatamente trasportati dall'Appaltatore alle pubbliche discariche.

Dovranno essere altresì osservate tutte le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Le rimozioni dei manufatti, che siano o meno da riutilizzare, andranno effettuate con la massima cura e con le necessarie precauzioni. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare né imbrattare i manufatti di cui è previsto il riutilizzo, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Le rimozioni riguarderanno esclusivamente i manufatti descritti.

Tutta la zona operativa dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti.

Tutti i materiali e i manufatti da riutilizzare, provenienti dalle rimozioni, ove non diversamente specificato a giudizio insindacabile della D.L., resteranno di proprietà del Comune di Siziano. Dovranno essere scalcinati, puliti, trasportati ed immagazzinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. mettendo in atto tutte quelle cautele atte ad evitare danneggiamenti sia nelle fasi di rimozione, che di pulitura, trasporto, deposito e nuova messa in opera.

Saranno a totale carico dell'appaltatore tutte le opere e le spese necessarie per eventuali riparazioni dei manufatti da riutilizzare e danneggiati durante la rimozione, la pulitura, il trasporto e il deposito nei luoghi indicati dalla D.L., o durante la nuova messa in opera, ivi compresa l'eventuale completa sostituzione del manufatto stesso; nonché l'integrazione dei materiali e dei componenti necessari per la nuova messa in opera dopo la rimozione.

Dovranno essere altresì osservate tutte le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Articolo 3 Scavi

3.1 Generalità

Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per rinterrì, opere a verde o altro, esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Oltre a quanto specificato nei singoli paragrafi riguardanti le opere di scavo, nel prezzo di contratto a corpo, e per quanto riguarda tutti i tipi di scavi, si intendono compresi gli oneri e le spese per:

- tutta la necessaria assistenza manuale alle operazioni di scavo effettuate con mezzi meccanici;
- le sbadacchiature, puntellazioni, armature, la fornitura e posa di teli impermeabili per evitare qualunque franamento e smottamento anche in conseguenza di eventi meteorologici avversi;
- le opere per deviare tutte le acque scorrenti alla superficie del terreno o sul fondo degli scavi;
- le maggiori difficoltà ed oneri dovuti ad opere di aggettamento, compreso il nolo delle pompe o di altre idonee attrezzature già previste in progetto o indicate in corso d'opera dalla Direzione Lavori;
- il carico, il trasporto ed il deposito del materiale da riutilizzare, nell'ambito del cantiere ove indicato dalla Direzione Lavori;
- ogni onere per la profilatura delle scarpate e la formazione del piano finale secondo le indicazioni di progetto o della Direzione Lavori;
- il carico, trasporto e lo scarico del materiale eccedente a discarica, compresi gli oneri di discarica.
- le indagini conoscitive, il puntellamento, il mantenimento in esercizio, l'eventuale spostamento ed il ripristino dei sottoservizi incontrati.

3.2 Scavi di sbancamento e scoticamento

Per scavi di sbancamento e scoticamento s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le opere di urbanizzazione previste, per la formazione di aree a verde, piani di appoggio per rilevati e platee di fondazione e, in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, quando gli scavi rivestano caratteri sopra accennati.

Detti scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture adiacenti.

Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuato a totale carico dell'Appaltatore.

3.3 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale s'intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri di contenimento o platee di fondazione.

In ogni caso sono scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fognature, condutture, pozzetti e cavidotti.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità prevista in progetto o che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto il D.M. 11/3/1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione oltre le relative circolari MLP 24 settembre 1988 n. 30483.

Le profondità, che sono indicate negli elaborati di progetto e computate nel computo metrico estimativo definitivo, in quanto medie o riferite alla sola sezione indicata nell'elaborato, sono perciò di semplice avviso e la Società appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, essendo il contratto stipulato a corpo.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle opere da realizzare prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni e le quote di scavo.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, ma, a richiesta della Direzione dei Lavori, potranno nel caso essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta l'opera per cui lo scavo è stato eseguito, lo scavo che si fosse dovuto fare in più nell'intorno della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con i materiali previsti in progetto: sabbia di cava per sottofondo, rinfiacco e copertura delle tubazioni e dei cavidotti; ghiaia mista naturale di cava per pozzetti e camerette di ispezione e sino alla quota di appoggio dello strato di sottofondo costituito da stabilizzato di cava (misto granulometrico).

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra o prescritto in progetto o su indicazione della D.L., essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle opere per cui lo scavo è stato eseguito.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, o perché previsto in progetto o su indicazione della Direzione Lavori, adottando anche tutte le precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione Lavori.

Col procedere delle opere l'Appaltatore potrà recuperare i materiali costituenti le armature, a meno che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera stessa, da restare quindi in posto in proprietà del Comune di Siziano; i materiali costituenti le armature, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

3.4 Scavi per la formazione del corpo stradale, dei marciapiedi, delle aiuole e dei parcheggi

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale, dei marciapiedi, delle aiuole e dei parcheggi (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati), sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati di progetto ed in conformità a quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta ad adottare ogni cautela ed esattezza nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare i rilevati alle quote e secondo i piani prescritti o richiesti dalla Direzione Lavori, con scarpate ben spianate e regolari e con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate.

Prima dell'esecuzione dei rilevati, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fugatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi a sua cura e spese, anche se ciò non fosse previsto in progetto, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali, al loro conferimento a discarica, ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando i materiali previsti in progetto, come specificato al precedente paragrafo 3.3.

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o ordinato in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Parimenti, l'Impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentite: provvede, quindi, a sua cura e spese, al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate e per altre opere di sistemazione a verde.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa.

Qualunque sia la loro natura, gli scavi debbono essere spinti, su ordine della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi oltre a quelli già pattuiti in contratto.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte (muri di contenimento), come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi qui descritti sono previsti verticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbadacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con il materiale previsto in progetto, così come descritto al precedente punto 3.3, adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Nel riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

3.5 Scavi a sezione ristretta per la posa delle condutture fognarie, dei pozzetti, dei cavidotti, delle camerette di ispezione, delle caditoie stradali e delle tubature in genere

Per gli scavi di fondazione e a sezione ristretta, così come descritti al precedente paragrafo 3.3, si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Supplemento ordinario alla G.U. 1/6/1988 n. 127) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi a sezione ristretta sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Nel riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto o indicate all'atto pratico dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

Le pareti degli scavi qui descritti sono previsti con pareti opportunamente inclinate e, nel caso, opportunamente armate; l'Impresa, se necessario, anche ove non espressamente descritto o richiesto dalla Direzione Lavori, deve sostenerle con idonee armature e sbadacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi, senza che ciò comporti un ulteriore compenso oltre a quello già pattuito nel contratto stipulato a corpo.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi a sezione ristretta, fino alla quota prevista, con il materiale previsto in progetto, così come descritto al precedente punto 3.3, adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle opere realizzate.

Nel riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

Prima della posa delle opere, sarà cura dell'Impresa provvedere alla regolarizzazione del piano di posa delle stesse.

Qualora lo scavo sia previsto in zona urbanizzata (vie Borsellino, Falcone e Carducci, nonché l'area a lato della pista ciclabile esistente in via Borsellino per l'allargamento della stessa e la realizzazione del nuovo marciapiede), l'Appaltatore dovrà prestare particolare cura nel non danneggiare eventuali

sottoservizi presenti nel sottosuolo, realizzando a propria cura e spese un'indagine conoscitiva preventiva, contattando gli Enti erogatori interessati.

Qualsiasi riparazione, ripristino o sostituzione che si rendessero necessari per danni provocati durante tali scavi, sarà a completo carico dell'Appaltatore

3.6 Attrezzature Wellpoint

Per consentire l'esecuzione di opere in presenza di acqua, l'Appaltatore predisporrà l'uso di uno o più gruppi Wellpoint.

L'impianto dovrà essere dimensionato ed installato in modo tale da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro e sarà composto da uno o più gruppi così costituiti:

- una motopompa aspirante del tipo centrifugo con relative pompe a vuoto;
- un impianto di aspirazione e scarico;
- un impianto costituito da punte infisse nel terreno in numero adeguato alla motopompa e al gruppo di aspirazione e scarico.

Non appena ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro il numero dei gruppi in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti e alla posa di cavidotti e tubazioni, pozzetti, caditoie stradali e camerette di ispezione.

Articolo 4

Opere in c.a

4.1 Generalità

Le strutture in c.a. dovranno essere costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.M. 14.01.2008.

4.2 Materiali e modalità esecutive

Le strutture in calcestruzzo armato saranno realizzate con:

- conglomerato cementizio confezionato con mc 0,400 di sabbia, mc 0,800 di pietrischetto, cemento ad alta resistenza in maniera tale da far classificare il conglomerato nella classe:
- C20/25 - Rck 25 (N/mm²) per i muri di contenimento;
- C25/30 - Rck 30 (N/mm²) per la cabina di trasformazione di energia elettrica;
- armature in acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata, del diametro variabile da 6 mm a 16 mm, del tipo B 450 C.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, con contenuto di sostanze organiche, limose o argillose, di gesso, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione delle armature.

L'acqua utilizzata per gli impasti sarà sempre limpida e priva di sali dannosi.

Il pietrischetto avrà le dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche delle carpenterie e all'ingombro delle armature.

L'armatura sarà posta in opera senza presentare eccessive ossidazioni o corrosioni.

Cementi

Si fa particolare riferimento alle norme, indicazioni, caratteristiche e prescrizioni contenute nella UNI-ENV 197/1.

Il cemento deve essere conservato in luogo asciutto od in contenitori chiusi a perfetta tenuta d'acqua. Durante la conservazione nei silos si dovranno adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare fenomeni di condensazione all'interno degli stessi.

Aggregati

Si fa riferimento agli aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 Kg/mc, determinata secondo UNI 8520, parti 13 e 16.

Gli inerti in genere dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dalla normativa vigente ed in particolare al D.M. 3 giugno 1968 (all. 1), al D.M. 1 aprile 1983 (all. 1) e successivi aggiornamenti, nonché al punto 2 dell'allegato 2 del D.M. 9/1/96.

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa naturale o di frantumazione, dovrà provenire da rocce non gelive, aventi alta resistenza alla compressione, essere assolutamente priva di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea, di grana omogenea, stridente al tatto.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle interessate da fenomeni anche modesti di erosione e di incrostazione. I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina o di calcari compatti, puri, durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione; saranno a spigolo vivo, scevri da materie terrose ed organiche. Ghiaie e pietrischi devono provenire da rocce non gelive.

Le miscele degli inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità, aria inglobata, etc.), sia nell'impasto indurito (resistenza, modulo elastico, ritiro, fluage, coefficiente di dilatazione termica lineare, etc.).

Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni della UNI 8981/7.

Per le acque non provenienti dai normali impianti di distribuzione di acqua potabile, si dovrà stabilirne l'idoneità mediante gli esami necessari per rilevare la presenza di sostanze con influenza negativa sui fenomeni di presa e indurimento del calcestruzzo, nonché sulla durabilità.

L'acqua dovrà essere comunque limpida, incolore, inodore e sotto agitazione non dovrà dare luogo a formazione di schiume persistenti.

Additivi

Gli additivi dovranno corrispondere alle prescrizioni delle UNI da 7101 a 7120 e della UNI 8145.

Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione"

Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, nel caso di calcestruzzi a "prestazione garantita" (UNI 9858/8.2), dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla composizione ed alle caratteristiche del conglomerato fresco ed indurito, nonché quant'altro esplicitamente o implicitamente contenuto nella documentazione tecnica di progetto.

Le prescrizioni base di progetto, per ogni tipo di miscela omogenea, sono riferite alle seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza (Rck di progetto)
- classe di esposizione
- max rapporto a/c
- tipo e classe di cemento
- dosaggio minimo di cemento
- dimensione max aggregati
- classe di consistenza

La classe di esposizione assegnata alle opere è la "1A-2A.", alla quale corrisponde, oltre a tutte le altre conseguenti caratteristiche, il max rapporto a/c

Granulometria dell'aggregato

Gli inerti dovranno essere suddivisi come minimo in tre classi granulometriche; la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 5 mm. di lato.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, dell'armatura metallica, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. La dimensione max dell'aggregato, indicata nelle singole analisi dei conglomerati, dovrà comunque corrispondere alle caratteristiche dei getti e delle armature, così come indicato al punto 5.4. della UNI 9858.

L'assortimento granulometrico dell'aggregato dovrà avere una composizione e distribuzione tale da rispettare, in funzione anche del dosaggio di cemento, della forma degli inerti e della consistenza dell'impasto, la curva di Bolomey.

Consistenza durante il getto

La misura della "consistenza" dei calcestruzzi è espressa in termini di "valore dell'abbassamento al cono, o slump", in funzione della norma UNI 9418.

Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione

Tutti i conglomerati dovranno essere studiati preliminarmente e verificati sperimentalmente (UNI 6128) per i necessari controlli di accettazione.

Deve essere sottoposto alla D.L. il Progetto di Miscela (mix-design) di ogni tipo di miscela omogenea, in grado di soddisfare tutti i requisiti qualitativi e prestazionali prescritti.

Dovranno essere eseguite, con l'assistenza ed il controllo della D.L., significative prove sperimentali sulle miscele progettate per la valutazione delle resistenze caratteristiche e per la verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

Le modalità di stoccaggio, dosaggio, miscelazione, trasporto, getto, consegna e stagionatura dei conglomerati dovrà essenzialmente corrispondere a quanto prescritto ai punti 9 e 10 della UNI 9858.

Confezionamento del cls

La confezione del calcestruzzo potrà avvenire in cantiere o presso impianti di confezionamento. In ogni caso l'impianto di betonaggio dovrà avere potenzialità di produzione adeguata all'entità delle opere da eseguire secondo quanto indicato dal programma lavori.

L'impianto di betonaggio, se installato in cantiere, dovrà essere di tipo centralizzato automatico o semiautomatico

Nel caso in cui l'Appaltatore volesse appoggiarsi ad un impianto esterno di confezionamento, avrà l'obbligo di segnalarlo al Direttore dei Lavori, per la preventiva autorizzazione. Anche tale impianto di betonaggio potrà venire ispezionato periodicamente dal Direttore dei Lavori: in tal caso, l'Appaltatore dovrà fornire il personale e gli strumenti necessari per l'ispezione.

Gli impasti devono essere confezionati, in modo da escludere rischi di fenomeni di segregazione (sedimentazione ed essudazione) nei conglomerati o di prematuro inizio della presa.

Trasporto del cls

Il trasporto del calcestruzzo fresco, dall'impianto di betonaggio alla zona del getto, deve avvenire nel più breve tempo possibile e nei limiti conseguenti alle prescrizioni sulle modalità di confezionamento e getto, mediante sistemi che evitino rischi di fenomeni di segregazione (sedimentazione ed essudazione) o di prematuro inizio della presa e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo. Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo fra l'impasto e la messa in opera non supererà i cinque minuti; per periodi di tempo più lunghi si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

Esecuzione dei getti

E' generalmente esclusa la possibilità di aggiunte di acqua alla consegna sui luoghi di getto. Se al momento della consegna la classe di consistenza dovesse risultare superiore a quella prescritta, il calcestruzzo non potrà essere messo in opera. Tuttavia se la consistenza fosse minore di quella prescritta ed il calcestruzzo si trovasse ancora nel mescolatore o nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di acqua o di idonei additivi, purché il massimo valore del rapporto a/c, fissato in progetto, non venga in questo modo superato e tale intervento sia autorizzato dalla D.L. Ogni aggiunta di acqua o additivi al calcestruzzo dovrà essere registrata sulla scheda di consegna del materiale.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto ed il successivo getto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione (sedimentazione ed essudazione). Il calcestruzzo dovrà essere steso a strati orizzontali dello spessore da 15 a 30 cm, a seconda delle dimensioni delle strutture, prima dell'indispensabile costipamento. E' tassativamente vietato scaricare il conglomerato in unico punto e distenderlo con l'impiego del vibratore. Non sono ammessi getti con caduta libera superiore a 1.5 m; nei casi in cui dovesse verificarsi il superamento di tale limite, dovranno adottarsi sistemi di accompagnamento quali benne, tramogge condotte od altri analoghi sistemi approvati dalla D.L.

Dopo aver gettato il calcestruzzo in opera, si provvederà ad eseguire il costipamento mediante vibrazione. La vibrazione dovrà essere eseguita per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla D.L., generalmente non superiore a 15 cm, ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

I conglomerati di qualsiasi natura ed impiegati per qualsiasi tipologia strutturale, di fondazione o di elevazione, dovranno dare, dopo sformatura, superfici perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, nidi di ghiaia, sbavature od irregolarità di sorta e tali comunque da non richiedere ripristini, spianamenti o rinzaffi.

Ove, per imperfezione del lavoro, si presentassero al momento del disarmo incavi o irregolarità, l'Appaltatore sarà tenuto al ripristino dell'irregolarità delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg/mc di cemento tipo CEM I 32.5, dopo aver rattivato e bagnato a rifiuto le superfici da regolarizzare.

Il Direttore dei Lavori potrà comunque ordinare la demolizione ed il rifacimento dei manufatti ritenuti imperfetti o non idonei in rapporto all'opera nel suo complesso.

Stagionatura dei getti

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalle piogge, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica sino a quando le caratteristiche intrinseche del materiale non siano in grado di resistere alle sollecitazioni ed azioni esterne.

Tutti i getti dovranno essere stagionati e protetti secondo quanto previsto dalla UNI 9858.

Getti nella stagione fredda

Per tutta la durata della stagione fredda, si dovranno prendere opportune precauzioni al fine di evitare la formazione di blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio e di garantire ai getti condizioni di maturazione prossime il più possibile a quelle normali.

Si dovrà quindi prevedere l'eventuale posa di teloni od altri elementi di protezione, tali comunque da creare un microclima adatto intorno ai materiali ed alle opere da proteggere.

Qualora la temperatura ambiente dovesse risultare inferiore ai 5 °C, i getti dovranno essere espressamente autorizzati dalla D.L., dopo che siano stati verificati i provvedimenti necessari a garantire il raggiungimento delle resistenze previste, la qualità delle opere e le modalità di disarmo.

Getti nella stagione calda

Durante la stagione calda ed allorché la temperatura ambiente superi i 30°C, bisognerà prestare particolare cura nell'esecuzione dei getti, adottando tutte le misure utili a contenere il sovrarisaldamento della massa e la conseguente rapida evaporazione dell'acqua di impasto: riparare

gli aggregati dall'esposizione diretta ai raggi solari ed eventuale loro raffreddamento con ripetute bagnature (l'acqua comunque contenuta e trattenuta dagli aggregati dovrà essere messa in conto nel controllo del rapporto a/c), raffreddamento dell'acqua di impasto, protezione dall'irraggiamento di betoniere ed attrezzature, bagnatura esterna ed interna dei casseri.

La stagionatura dei conglomerati dovrà avvenire in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. Le superfici dei getti dovranno essere trattate, ove e quando necessario e con l'autorizzazione della D.L., con speciali vernici anti-evaporanti, spruzzate convenientemente a coadiuvamento delle bagnature.

Potrà essere proposta alla accettazione della D.L. la modifica del mix di progetto e/o l'eventuale adozione di additivi ritardanti

Allorquando le condizioni ambientali risultassero eccessivamente severe, la D.L. potrà disporre la sospensione dei getti o la loro esecuzione nelle ore serali o notturne.

Interruzioni e riprese di getto

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno adottare tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili waterstop per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto.

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e bagnate a rifiuto.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Laddove specificatamente richiesto dalla D.L., si dovrà assicurare il collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto mediante applicazione di resine strutturali di adesione, previa l'eventuale interposizione di adeguate lamiere stirate, se richieste dalla D.L.

La resistenza caratteristica a compressione sarà dedotta conformemente a quanto disposto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Prelevamento campioni

Il prelievo dei provini, necessari per il controllo di accettazione di cui al D.M. 141 gennaio 2008, va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia. Ogni provino dovrà essere contrassegnato con una etichetta o sigla indelebile i cui dati di riconoscimento dovranno essere riportati su un verbale in modo tale che si possano conoscere, oltre alla denominazione del cantiere, la composizione, le caratteristiche e la localizzazione nel contesto dell'opera del calcestruzzo prelevato, nonché la data e l'ora del prelevamento (punto 3 UNI 6126)

Il prelevamento sarà eseguito nelle condizioni ed ove indicato dal Direttore dei lavori e secondo UNI 6126, preferibilmente all'impiego.

Per la preparazione, stagionatura e manipolazione dei provini, si fa riferimento alla UNI 6127, mentre per la forma e le dimensioni alle UNI 6130/1/2.

Il Direttore dei lavori potrà far prelevare provini supplementari, oltre quelli indispensabili al controllo di accettazione di cui all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996, e richiedere prove di resistenza alle stagionature brevi (3/7/14 gg).

Procedure nei casi di non conformità

Se una o più prescrizioni del controllo di accettazione non risultassero rispettate, prima di rifiutare le opere, si potrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale, a cura e spese dell'Appaltatore,

della sicurezza della struttura interessata, nonché del raggiungimento dei livelli di qualità e durabilità indicati in progetto.

Allo scopo potranno essere eseguite, con il benessere e secondo le prescrizioni della Direzione dei lavori, anche prove complementari e determinazioni su carote di calcestruzzo indurito, conformemente alla ISO 7034. Per analisi più estese ed accurate, potranno essere associate ai carotaggi determinazioni di parametri non distruttivi, mediante i metodi normati dalle UNI 9189, UNI 9524, UNI 9536 e UNI 10157.

Si segnalano e riportano tutti i dati attinenti al controllo di produzione in cantiere, all'impianto di betonaggio del preconfezionato o nello stabilimento di prefabbricazione, che dovranno essere riportati su di un apposito registro dei lavori:

- provenienza di cemento, aggregati, additivi ed aggiunte;
- numero di bolletta del cemento, aggregati, additivi ed aggiunte;
- provenienza dell'acqua d'impasto;
- consistenza del calcestruzzo;
- massa volumica del calcestruzzo fresco;
- rapporto a/c del calcestruzzo fresco;
- quantità d'acqua aggiunta del calcestruzzo fresco;
- dosaggio di cemento;
- data ed ora del prelievo dei campioni;
- numero di provini;
- sequenza di fasi particolari dei lavori durante getto e stagionatura del calcestruzzo;
- temperatura e condizioni meteorologiche durante getto e stagionatura del calcestruzzo;
- parte della struttura in cui viene utilizzato un certo impasto.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le seguenti informazioni aggiuntive:

- identificazione del produttore;
- scheda di consegna con l'indicazione del tempo, in ore e minuti, di partenza.

4.3 Acciaio per c.a.

Normativa di riferimento

Oltre che corrispondere alla legislazione vigente ed alla normativa tecnica richiamata, gli acciai per c.a. dovranno rispettare, per tutto quanto non in contrasto o non espresso in quei riferimenti, anche le seguenti disposizioni e raccomandazioni:

- UNI EU 21 Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- UNI 6407 Tondi di acciaio per c.a. - Qualità, prescrizioni, prove, dimensioni, tolleranze.
- CNR/UNI 10020 Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.

Caratteristiche superficiali

Tutte le armature dovranno essere del tipo nervato con un indice di aderenza caratteristico fRK non minore di quello stabilito nella EN 10080 e cioè tali da potersi classificare con caratteristiche superficiali di "alta aderenza".

Classificazione e geometria

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata da un documento riportante tutte le informazioni necessarie alla sua identificazione, indicando, in particolare:

- Tipo, con il valore della tensione caratteristica di snervamento f_{yk} , espressa in N/mm².
- Classe, specificando le caratteristiche di duttilità.
- Dimensione.
- Caratteristiche superficiali, con riferimento all'indice di aderenza caratteristico fRK.

Inoltre, ogni fornitura dovrà essere accompagnata da:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;

- certificato di controllo;
- certificato di collaudo.
- marchio di identificazione

Conformità

I metodi di produzione, le caratteristiche specifiche, i metodi di prova e di attestazione di conformità dovranno corrispondere alla normativa e legislazione vigente, nonché, per quanto in esse non contemplato e non in contrasto, con le norme richiamate in 2.1. e con la EN 10080.

Condizioni di lavorazione

Trasporto e stoccaggio

Le armature dovranno essere trasportate, stoccate e movimentate in modo da non provocare alcun danno né alterazione dello stato di consistenza e superficiale.

In particolare dovranno essere protette, fino alla definitiva collocazione in opera in attesa dei getti, da agenti aggressivi, inquinanti e da qualunque forma di imbrattamento e risultare assolutamente pulite allorché montate nei casseri.

Lavorazione

Le armature dovranno essere sagomate e lavorate nel pieno rispetto, prima delle normative e raccomandazioni tecniche vigenti e, poi, delle più dettagliate e specifiche prescrizioni contenute negli elaborati di progetto e di capitolato. Non saranno ammessi:

- danni meccanici di alcun tipo (intagli- scheggiature -bruciature ecc.);
- rotture di saldature in gabbie prefabbricate e reti saldate;
- depositi e corrosioni superficiali che possano alterare le proprietà meccaniche, tecnologiche e di aderenza;
- mancanza di marchi identificatori;
- lavorazioni successive di raddrizzamento su armature già lavorate.

Disposizioni costruttive

Le armature dovranno essere montate nel pieno rispetto delle sagome e posizioni indicate negli esecutivi di progetto:

In particolare, dovranno essere adottati accorgimenti e dispositivi atti ad assicurare la stabilità delle armature durante le lavorazioni ed i getti, nonché il sicuro rispetto degli spazi per "copriferrì" ed "interferrì", prescritti negli elaborati esecutivi di progetto e nelle relazioni di calcolo e di verifica.

I distanziatori dovranno essere esclusivamente in cls, dello stesso colore di quello previsto per i getti.

La forma e le dimensioni dei distanziatori dovranno essere corrispondenti ai vari tipi di casseri ed armature, ed agli spazi di "ricopertura" prescritti.

4.4 Casseforme

Normativa di riferimento

Documentazione tecnica

Le casseforme dovranno essere preliminarmente progettate e corredate di relazione di calcolo ed analisi della sicurezza, nonché istruzioni di montaggio e movimentazione.

Tutta la documentazione dovrà essere sottoposta alla approvazione della D.L.

Materiali

Possono essere utilizzati materiali metallici quali acciaio e leghe di alluminio, oppure legno e compositi a base di legno.

Legno e materiali a base di legno

Per le casseforme in legno massiccio possono essere usate solo le specie legnose che abbiano massa volumica media non minore di 410 Kg/mc (secondo ISO 3130, su provini aventi umidità 12%).

E' consentito l'uso di pannelli di legno compensato, di paniforti e lamellari (gli strati esterni devono essere continui e senza giunzioni).

Caratteristiche

Le casseforme dovranno essere a tenuta sufficientemente stagna affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiaccia, ecc.).

Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezza, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per consentire le eventuali pulizie, controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce superiore a 5 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce, salvo non diversamente disposto negli elaborati e specifiche di progetto.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

Salvo non diversamente disposto dagli esecutivi di progetto, tutti gli spigoli vivi dovranno essere evitati prevedendo smussi 15 mm x 15 mm.

I tiranti di collegamento dei casseri che dovessero attraversare i getti, dovranno essere contenuti in guaine in resina per consentire lo sfilaggio dopo il disarmo; i fori dovranno essere opportunamente tappati o sigillati.

Nelle pareti in c.a. ed in particolare in quelle con caratteristiche di isolamento acustico, termico, ecc., i fori passanti dovranno essere privati delle guaine in resina ed iniettati completamente e a pressione con miscele cementizio/resinose antiritiro.

Distaccanti

Tutte le superfici "bagnate" delle casseforme dovranno essere trattate con distaccanti a base di olii di sintesi non emulsionabili, in grado di assicurare un agevole disarmo dei getti, sia normale che differito, ed una finitura accurata dei manufatti.

Il disarmante del tipo idoneo alla natura dei casseri non dovrà provocare formazione di macchie ed aloni sui manufatti in c. a. a faccia vista, né lasciare depositi di alcun genere che possano interagire negativamente con le successive finiture e lavorazioni e dovrà essere conforme a "UNI 8866 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi - Dicembre 1986".

Disarmo (Rimozione dei casseri)

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali.

Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, sentito eventualmente il parere del Progettista delle Strutture.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo: (salvo diverse prescrizioni riportate sugli elaborati e specifiche di progetto):

Conglomerato di cemento

Articolo 5

Formazione del corpo stradale

5.1 Pianificazione dei lavori

L'Appaltatore deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori.

L'onere economico di quanto sopra descritto è compreso nel prezzo a corpo dell'appalto.

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto alle pubbliche discariche, ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;
- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale, salvo diversa disposizione della D.L., i materiali provenienti dagli scavi debbono essere allontanati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, formazione di aree a verde, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale, disposti, con scarpate generalmente di 3/2, non debbono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori a sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata di un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, in ordine a:
 - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
 - attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare, dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
 - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti.
- le prevalenti condizioni di umidità naturale delle terre impiegate, all'atto della posa in opera; in relazione ad esse sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;

- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

5.2 Piano d'appoggio dei rilevati

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto. La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'Impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05+0,15$ N/mm², deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m.

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

5.3 Formazione dei rilevati

Per la formazione dei rilevati si impiegherà, come da progetto, materiale inerte crudo 20/70, proveniente da demolizioni di costruzioni edili, privo di amianto, di rottami ferrosi, di frazioni isolanti (plastica, carta, ecc.) e di inquinanti in genere, adeguatamente trattato in impianti autorizzati.

Per rilevati da addossarsi alle murature è vietato, in modo assoluto, l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono o si gonfiano generando spinte.

Nella formazione di suddetti rilevati, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato con automezzi non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate, al momento della formazione dei suddetti rilevati.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente Articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

E' obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate.

La stesa del materiale dei rilevati deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante di 25 cm, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

In presenza muri di sostegno, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

5.4 Prove di carico con piastra

A cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere determinato il modulo di deformazione M_d mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico secondo le indicazioni fornite dalla Norma CNR BU n. 146 del 14 dicembre 1992, il cui valore misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

5.4 Formazione di strati in misto granulare

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

L'aggregato grosso può essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.1

AGGREGATO GROSSO

Tabella 2.1

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval Umida	CNR 109/85	%	-	≤ 25
Quantità frantumato	-	%	-	≥ 60
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle Tabella 2.2

AGGREGATO FINO

Tabella 2.2

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI				
Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≤ 6	≤ 6

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

Miscela. La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 2.3

Tabella 2.3

Serie crivelli e setacci UNI ³		Passante (%)	
Crivello	70	100	-
Crivello	30	70-100	100
Crivello	15	-	70-100
Crivello	10	30-70	50-85
Crivello	5	23-55	35-65
Setaccio	2	15-40	25-50
Setaccio	0,4	8-25	15-30
Setaccio	0,075	2-15	5-15

³ in luogo dei crivelli indicati potranno essere impiegati setacci aventi un'apertura della maglia pari a 0,8 volte il diametro dei fori del crivello.

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

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

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

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

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

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

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

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

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

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

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

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 2.4.

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

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

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato (Tabella 2.3).

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

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

- del 10 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 93 e 95 % del valore di riferimento.

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

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

P_d	Peso secco totale del materiale prelevato
V	Volume totale occupato in sito
P'_d	Peso secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm
$V' = P'_d / \gamma_s$	Volume secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm
γ_d	Peso specifico della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

Portanza. La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa e accettata dalla D.L.. Sono richieste prove di carico con piastra (da effettuarsi a cura e spese dell'Appaltatore): il modulo di deformazione M_d , ottenuto mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico, dovrà presentare un valore misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², non inferiore a 50 N/mm².

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

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

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

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

Tabella 2.4

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Riferimento Tabelle 2.1.1 - 2.1.3
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Riferimento Tabelle 2.2.1 - 2.2.3
Miscela	Strato finito	Giornaliera, oppure ogni 1.000 m ³ di stesa	Curva granulometrica di progetto
Sagoma	Strato finito	Ogni 20 m o ogni 5 m	Sagoma prevista in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera, oppure ogni 1.000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o pavimentazione	Ogni 1.000 m ² di fascia stesa	Non inferiore a 50 N/mm ²

5.5 Formazione di strati in conglomerato bituminoso a caldo

Legante. Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante. A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella Tabella 4.1, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 4.1

parametro	Bitume		tipo 50/70	tipo 80/100
	normativa	unità di misura		
Penetrazione a 25°C	EN 1426; CNR 24/71	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN 1427; CNR 35/73	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR 43/74	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità	EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, γ=10s	PrEN 13072-2	Pa·s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	CNR 54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426; CNR 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427; CNR 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Additivi. Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 4.3, 4.7, 4.8. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

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

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Gli **attivanti chimici funzionali (ACF)** impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 4.2.

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

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

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

dove

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

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

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

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

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

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

dove

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

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

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

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

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

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

$d = 0,20$ per un passante al N. 200 \leq 6;

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 4.2

Attivanti chimici funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 – 0,950
Punto di Infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 – 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 – 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 – 1,0

Aggregati. Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato **grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 4.3.

AGGREGATO GROSSO

Tabella 4.3.3

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	CNR 95/84	%		≤ 35	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%			≥ 40

(*) uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il

30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 4.4.

AGGREGATO FINO

Tabella 4.4.3

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%		≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		≥ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 4.5.

Tabella 4.5

TUTTE LE STRADE			
Filler			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0,18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≥ 80
Indice plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5

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

Conglomerato riciclato. Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : ≤ 30%

- conglomerato per strato di collegamento : $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura : $\leq 20\%$

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Miscela. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 4.6. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 4.6.

Tabella 4.6

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-60	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28-45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6,0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in Tabella 4.7 e Tabella 4.8.

Tabella 4.7

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione			
	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Condizioni di prova				
Angolo di rotazione			1,25° ± 0,02	
Velocità di rotazione	Rotazioni/min		30	
Pressione verticale	Kpa		600	
Diametro del provino	mm		150	
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			> 0,6
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25°C (**)	N/mm ²			> 50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25

(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D_G

(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

² coefficiente di trazione indiretta CTI = $\pi/2 \cdot DRt/Dc$

dove:

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

Tabella 4.8

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Condizioni di prova				
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	KN	8	10	11
RIGIDEZZA Marshall	KN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di Immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mm ²			> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	N/mm ²			> 70

(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M

Accettazione delle miscele. L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 1,5.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Confezionamento delle miscele. Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere

nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa. Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 4.9 applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Tabella 4.9

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	45±2
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	55±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-6
Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25°C	CNR 24/71	dmm	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 30

Per **mano d'attacco** si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 4.10 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

Tabella 4.10

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR 99/84		Positiva	Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25°C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per autostrade e strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 4.11 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m².

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.

Tabella 4.11

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	70±1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25°C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella Tabella 4.10 e nella Tabella 4.11.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

Posa in opera della miscela. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

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

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli. I controlli si differenziano in funzione del tipo di strada.

Strade urbane di quartiere, extraurbane e urbane locali. Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 4.14.

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.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria.

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

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) 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.

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.

Per il tappeto di usura verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85. Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

Tabella 4.14

STRADE URBANE DI QUARTIERE LOCALI				
Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale, oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.1
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale, oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.2.3
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale, oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.3.3
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale, oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.4
Base, Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera, oppure ogni 5000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera, oppure ogni 10000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote per densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	BPN≥55

5.9 Tappeto di usura

Materiali inerti. Gli aggregati si distinguono in aggregato grosso trattenuto al setaccio UNI da 4 mm, sabbia passante al setaccio UNI da 4 mm e trattenuta al setaccio UNI da 0.075 mm, additivo (filler) passante per almeno l'80% al setaccio UNI da 0.075 mm.

Le sabbie, le graniglie ed i pietrischetti dovranno essere costituiti da elementi litici sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare (Norma CNR B.U. n. 95/84).

I requisiti di accettazione per gli inerti saranno quelli prescritti dalla Norma CNR n. 139/92 per la classe di traffico (L).

Il prelievo dei campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le Norme CNR B.U. n. 93/83.

Aggregato grosso. L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di frazioni granulometriche composte da pietrischetti e graniglie che potranno essere anche di provenienza o natura petrografica diversa, purché rispondano ai requisiti della citata Norma CNR B.U. n.139/92.

In aggiunta si prescrive che:

- il materiale sarà non idrofilo secondo la Norma CNR Fasc. IV/53;
- la forma degli aggregati dovrà essere approssimativamente poliedrica comunque non appiattita , allungata o lenticolare (Norma CNR B.U. n. 95/84);
- il coefficiente di imbibizione secondo la Norma CNR B.U. n. 137/92 non dovrà essere superiore a 0.015;
- l'indice dei vuoti delle singole pezzature secondo la Norma CNR B.U. n. 65/78, dovrà essere inferiore a 0.85;
- resistenza alla frantumazione determinata secondo la Norma CNR Fasc. IV/53 inferiore a 120.

Nel caso in cui l'aggregato risulti idrofilo esso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato purché per la produzione dell'impasto bituminoso, venga fatto uso di legante additivato con "dope" di adesione.

Per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la Norma CNR B.U. n. 93/83.

Aggregato fino. L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da frantumazione e dovrà soddisfare i requisiti previsti dalla Norma CNR B.U. n. 139/92.

La qualità delle rocce o degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere una perdita in peso alla prova Los Angeles secondo la Norma CNR B.U. n.34/73 - classe granulometrica C, inferiore al 20%.

Il materiale dovrà essere non idrofilo secondo la Norma CNR Fasc. n IV/1953, con limitazione a 0,7% max della perdita in peso dopo scuotimento; la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/4 mm della stessa natura e provenienza della sabbia in esame. Il quantitativo di materiale fine dovrà essere di massima compreso tra il 25% ed il 40% del peso totale degli aggregati, elevando peraltro la suddetta percentuale proporzionalmente alla decrescenza degli spessori, secondo quanto verrà stabilito dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera. Nel caso in cui l'aggregato fino risulti idrofilo, esso potrà a giudizio della Direzione dei Lavori essere ugualmente accettato, purché venga fatto uso di legante additivato con "dope" di adesione. In questo caso, reperita una pezzatura 8/12 mm della stessa natura e provenienza della sabbia in esame, tale materiale dovrà soddisfare l'ulteriore requisito precisato per l'aggregato grosso relativamente alla prova di spogliamento in acqua.

Additivo minerale (filler). L'additivo (filler) dovrà rispondere ai requisiti prescritti dalla Norma CNR B.U. n. 139/92.

In aggiunta si prescrive quanto segue.

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

- dovranno rispettare i seguenti limiti granulometrici determinati secondo la Norma CNR B.U. n. 23/71:
Passante al setaccio n. 0.42 UNI: 100% in peso a secco
" 0.18 " ≥ 90%
" 0.075 " ≥ 65%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0.075, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

Nel caso di impiego di ceneri volanti queste non dovranno superare il 40% del passante totale al setaccio n. 0.075 UNI.

Legante bituminoso. Il legante dovrà essere un bitume semisolido di penetrazione a 25 °C compresa tra 60 e 70 dmm, oppure tra 80 e 100 dmm, a discrezione della Direzione dei Lavori.

Gli altri requisiti del bitume dovranno essere quelli prescritti dalla Norma CNR B.U. n. 68/78 rispettivamente per il bitume tipo B/50-70 e tipo B/80-100.

In ogni caso il bitume prescelto dovrà inoltre presentare indice di penetrazione secondo la tabella UNI 4163 ed. febbraio 1959, compreso fra -1 e +1.

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla Norma CNR B.U. n. 81/80.

Emulsione bituminosa per strato di attacco. Sarà del tipo E.R. 55 a rapida rottura e risponderà ai requisiti indicati nelle Norme di accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali del CNR Fasc. 3/58.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica continua compresa nel seguente fuso.

Crivelli e setacci UNI % in peso di passante

crivello da 20 mm 100

" da 15 mm 90-100

" da 10 mm 70-90

" da 5 mm 40-55

setaccio da 2 mm 25-38

" da 0,4 mm 11-20

" da 0,18 mm 8-15

" da 0,075 mm 6-10

La composizione granulometrica della miscela dovrà essere ottenuta con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati.

Il tenore del bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% e il 6% riferito al peso secco totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata dovrà essere compreso tra il 75% e l'80%, il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso dovrà possedere i seguenti requisiti :

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n. 30/73 dovrà risultare in ogni caso superiore a 1200 daN.;
- la rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm dovrà comunque essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (Norma CNR B.U. n. 39/73) compresa tra il 4% ed il 6%.

Resta comunque stabilito che il valore finale di riferimento della stabilità sarà assunto pari a quello realmente conseguito in fase di studio preliminare della miscela ancorché superiore al minimo sopra indicato.

L'impasto bituminoso dovrà inoltre presentare una sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua: la stabilità Marshall misurata dopo 7 giorni di immersione dei provini in acqua distillata (CNR B.U. n. 149/92), a temperatura di 25 °C, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della DL, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il "dope" di adesione e in tal modo l'impasto superi la prova.

Inoltre la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") secondo la Norma CNR B.U. n. 134/91.

I valori della resistenza a trazione indiretta dovranno risultare nei limiti riportati nella tabella seguente:

Temperatura di prova [°C]	10	25	40
Resistenza a trazione indiretta [N/mm ²]	1,70±2,20	0,70±1,10	0,30±0,60

5.11 Cordonate e manufatti in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo di strade, marciapiedi ed aiuole, nonché i manufatti di delimitazione delle isole spartitraffico (cordoli spartitraffico o ciabatte) avranno la sezione di progetto. Le cordonate di strade, marciapiedi ed aiuole saranno di lunghezza un metro, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o nei casi particolari indicati dalla D.L.. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per la cordonata dovrà essere di classe 300 Kg/cm².

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo minimo di 15 cm di spessore e opportunamente rinfiancati in modo continuo da ambo i lati. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento.

Particolare cura l'Impresa dovrà avere durante la posa per rispettare gli allineamenti di progetto, mentre gli attestamenti tra i consecutivi elementi di cordonata dovranno essere perfetti e privi di sbavature o riseghe.

Saranno scartati i pezzi che, a giudizio insindacabile della D.L. saranno ritenuti difettosi od irregolari, senza che l'Appaltatore ne possa trarre compenso di sorta. La D.L. si riserva il diritto di verificare, in qualsiasi modo gli sembri opportuno, la provenienza dei materiali, rifiutando quelli che non soddisfacessero alle condizioni del presente Capitolato.

5.12 Pavimentazioni in masselli vibrocompattati autobloccanti

I masselli in calcestruzzo saranno del tipo "ad alto potere autobloccante", avranno spessore e colore indicato dalla Direzione dei Lavori, resistenza convenzionale a compressione superiore a 60 N/mm², assorbimento medio di acqua inferiore al 12 % in volume e massa volumica media superiore a 2200 kg/m³.

I masselli dovranno essere compatti e non dovranno presentare crepe, incrinature o segni di danneggiamento dei bordi. Dovranno avere ottime caratteristiche di stabilità e durabilità, forma geometrica controllata, superfici piane, bordi cianfrinati e colore omogeneo.

I masselli in fornitura dovranno essere accompagnati dai relativi certificati che attestino la loro rispondenza alle caratteristiche sovrapprecisate, valutata secondo le metodologie di prova e le determinazioni tecniche stabilite nella Norma UNI 9065/1991 parti 1a, 2a e 3a che si intendono far parte integrante della presente prescrizione tecnica.

Sabbia di allettamento. La sabbia costituente lo strato di posa dei masselli in calcestruzzo dovrà essere pulita e ben graduata, con curva granulometrica continua all'interno del seguente fuso granulometrico

Serie crivelli o setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 10	100
Crivello 5	90 100
Setaccio 2	75 100
Setaccio 0,4	20 50
Setaccio 0,18	5 20
Setaccio 0,075	0 5

Il passante al setaccio da 0,075 mm dovrà comunque essere il più basso possibile. La sabbia potrà essere di origine naturale, provenire da frantumazione, oppure potrà essere una miscela di queste. Il contenuto di elementi provenienti da rocce tenere, alterate, scistose o degradabili, dovrà essere inferiore all'1 %.

L'equivalente in sabbia (Normativa CNR) dovrà essere maggiore di 80.

Sabbia di intasamento dei giunti. La sabbia per il riempimento dei giunti tra i masselli dovrà essere tutta passante al setaccio 1,18 mm, dovrà avere il 10 % di passante al setaccio da 0,075 mm e dovrà essere libera da sali solubili che possano causare efflorescenze o macchie nei masselli. Il passante allo 0,075 dovrà essere di natura limosa.

Stesa dello strato di allettamento. Lo strato di allettamento in sabbia dovrà essere steso sulla superficie dello strato di base in modo uniforme, in uno spessore in grado di poter ottenere, a costipamento avvenuto il richiesto spessore di 3 cm.

Qualora la superficie dello strato di base non risponda ai requisiti di regolarità prescritti, questa dovrà essere corretta prima della stesa dello strato di sabbia. In nessun caso dovrà essere usata la sabbia stessa quale materiale di livellamento.

L'umidità della sabbia dovrà essere del 4÷8% e dovrà essere quanto più possibile uniforme.

Lo strato di sabbia dovrà rimanere sciolto e protetto contro fenomeni che ne possano determinare la precompattazione accidentale prima della stesa dei masselli (pioggia, umidità o altro). Nel caso che ciò accada, lo strato di sabbia dovrà essere rimosso e risteso.

L'estensione dello strato di sabbia sciolta e livellata non dovrà essere superiore all'estensione di pavimentazione che può essere terminata in un giorno lavorativo.

Posa in opera dei masselli. I masselli dovranno essere posti in opera al di sopra dello strato livellato di sabbia sciolta, nell'ordine e secondo gli schemi indicati dalla Direzione dei Lavori.

Qualora non precisato, dovrà essere prescelta una disposizione dei masselli a lisca di pesce (schema 4 dell'Appendice B della Norma UNI 9065/2).

I masselli dovranno essere accostati avendo cura di lasciare tra l'uno e l'altro un giunto di larghezza 2÷4 mm. Tale giunto dovrà essere lasciato anche tra le cordonature e la prima fila di masselli.

Gli eventuali masselli di bordo, di dimensioni parzializzate, dovranno essere posti in opera alla fine, dopo la posa in opera delle file di masselli interi.

Per parzializzare i masselli dovranno essere usati utensili meccanici o idraulici o seghe elettriche a lama diamantata. Non dovranno essere usati masselli la cui dimensione sia stata ridotta a meno del 25% della loro dimensione originale. Per riempire vuoti residui di pavimentazione di larghezza tra i 25 e i 50 mm dovrà essere usata una miscela di cemento - sabbia - inerti, in proporzione 1:2:4. La dimensione massima degli inerti non dovrà superare il 30% della più piccola delle dimensioni degli spazi da riempire. Per spazi più piccoli di 25 mm dovranno essere usate malte confezionate.

Ad eccezione dei casi in cui sia necessario apportare piccole correzioni, i masselli non dovranno essere pistonati per essere messi in posizione. Nel caso di lievi aggiustamenti di posizione, si dovrà comunque evitare di costipare lo strato di sabbia allettamento.

Prima del costipamento, lo strato di masselli non dovrà essere trafficato.

Dopo la loro posa in opera, i masselli dovranno essere soggetti ad una azione di costipamento per ottenere l'assestamento dello strato di sabbia e per portare le quote della pavimentazione finita a quelle previste in progetto.

L'azione di costipamento potrà essere effettuata mediante piastre vibranti, ad alta frequenza e bassa ampiezza di vibrazione, aventi una superficie tale da interessare contemporaneamente non meno di 12 masselli.

Il costipamento dovrà essere eseguito in meno di 2 passate, meglio se 3. Si dovrà evitare di costipare la fascia di larghezza di un metro lungo i bordi di pavimentazione non dotati di cordonatura (zone di fine giornata).

Il costipamento dovrà continuare fintanto che sia eliminato qualsiasi dislivello tra elementi contigui. Tutti gli elementi che, durante l'operazione del costipamento, abbiano subito danni strutturali, dovranno essere immediatamente sostituiti.

Appena possibile, dopo il costipamento, e comunque prima del termine delle lavorazioni giornaliere e prima dell'apertura al traffico della pavimentazione, dovrà essere spersa sulla superficie la quantità di sabbia necessaria per l'intasamento dei giunti tra i masselli.

Quest'ultima verrà portata a riempire tutti i giunti mediante una intensa scopatura. Successivamente sarà necessario un ulteriore passaggio della piastra vibrante per compattare adeguatamente la sabbia all'interno dei giunti.

L'eccesso di sabbia dovrà essere in fine rimosso dalla pavimentazione prima della sua apertura al traffico.

Caratteristiche della superficie finita. La superficie finita dovrà risultare sagomata secondo i piani e le pendenze di progetto.

A costipamento effettuato, la superficie non dovrà discostarsi dalla livelletta di progetto di più di 5 mm su 50 m di lunghezza e non dovrà presentare rialzi o avvallamenti superiori a mm 3 rispetto ad un regolo rettilineo, con faccia inferiore piana, di 4 metri di lunghezza comunque disposto sulla superficie.

Nel caso si dovessero riscontrare zone con avvallamenti o rialzi superiori a 3 mm, tali zone dovranno essere demolite e rifatte a spese dell'Impresa.

Articolo 6

Segnaletica

6.1 Segnaletica stradale orizzontale

Prove di laboratorio sui prodotti della segnaletica orizzontale. Le prove successivamente elencate e sommariamente descritte, sono le analisi normalmente eseguite in laboratorio per la caratterizzazione fisica, chimica e tecnologica, dei prodotti più utilizzati nell'ambito della segnaletica stradale orizzontale, in particolare le pitture spartitraffico a solvente organico. Le prove sono quelle generalmente prescritte dal Capitolato dell'Anas s.p.a relativo ai prodotti per la segnaletica orizzontale.

Le prove prevalenti sui prodotti plastici a freddo e su quelli a caldo sono di tipo tecnologico: infiammabilità, rammollimento, tempo d'essiccamento, resistenza ai raggi UV, resistenza all'usura, resistenza ai sali, ecc..

Nell'ambito della normativa europea, la norma EN 1871/97 elenca e descrive le varie prove fisiche alle quali devono essere sottoposti i vari prodotti per la segnaletica orizzontale: pitture, prodotti plastici a freddo e termoplastici. Tali prove dovranno integrare o sostituire quelle specifiche previste nei Capitolati nazionali dei paesi membri dell'Unione Europea. Le prove eventualmente in contrasto dovranno essere annullate.

Relativamente alle prove sulle microsfele di vetro (perline), secondo quanto previsto dalle nuove norme europee (EN 1423 e 1424/97), dovranno essere integrate tra le norme tecniche di Capitolato le nuove procedure concernenti la determinazione della qualità e delle imperfezioni delle sfere di vetro, l'individuazione d'eventuali trattamenti superficiali subiti dalle perline (idrofughi, d'adesione e flottazione) e la determinazione del coefficiente di "friabilità dei granulati antiderapanti. Inoltre, dovranno essere previsti i nuovi fusi granulometrici e le tre classi di perline distinte in funzione del loro indice di rifrazione.

Prove sulle pitture

1. Massa volumica (densità) - ASTM D 1475 - Massa per unità di volume della pittura determinata ad una specifica temperatura T. Viene designata in grammi per millilitro (g/ml) e rappresenta il rapporto tra la massa della sostanza fluida, alla temperatura T, e la massa di un eguale volume d'acqua a 4 °C. Il metodo utilizzato consente di determinare con notevole accuratezza la densità di un fluido viscoso,

con presenza o meno di sfere di vetro premiscelate, e con componenti altamente volatili. La temperatura di prova suggerita dal metodo è di $25^{\circ} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

2. Residuo non volatile (materie non volatili) - ASTM D 1644 - Metodo A - Massa residua, definita anche residuo secco, ottenuta dopo che la pittura è stata riscaldata ad una temperatura e ad un tempo determinato. La prova consente di individuare la frazione di una pittura che è stabile all'azione della temperatura indicata dal metodo, 105°C per 3 ore, mentre i solventi volatili sono allontanati dalla massa. I componenti volatili non restano nella pellicola della pittura durante la formazione del film nella fase d'essiccamento, poichè la loro funzione è di mantenere separati, in condizioni di stabilità prima dell'applicazione, i leganti, i pigmenti, i riempitivi e le perline (residuo non volatile).

3. Contenuto di pigmento e riempitivi (Contenuto di pigmento nella pittura) - Federal Test Method Std. No. 141a - Method 4021.1 - La prova consiste nell'estrarre dalla pittura il pigmento e i riempitivi con l'ausilio di una miscela di solventi, composta da etere etilico, benzene, alcool metilico e acetone, che solubilizzano la fase legante della stessa. La separazione della parte organica (veicolo e solventi) della pittura consente di avere un precipitato di pigmento, riempitivi (cariche) e perline. Una volta determinato il contenuto delle sole perline per differenza si ricava il contenuto di pigmento e di riempitivi.

4. Potere coprente - Metodo di riferimento UNI ISO 3905 - 11 metodo ~ definito per pitture chiare a resa stabilita. Nel caso delle pitture spartitraffico utilizzate dall'Anas, la resa media è di $1.35 \text{ m}^2/\text{kg}$ (la resa deve essere compresa tra 1.2 e $1.5 \text{ m}^2/\text{kg}$). Su dei supporti cartacei con superficie liscia e impermeabile, con la metà dell'area colorata bianca e l'altra metà nera, facilmente bagnabile dalle pitture a solvente, si stende un film di pittura aumentando progressivamente lo spessore in ogni cartoncino fino ad avere l'apparente copertura delle sottostanti aree colorate. Il potere coprente di una pittura è definito come la resa superficiale in corrispondenza di un rapporto di contrasto del 98%. Il rapporto di contrasto è determinato con l'ausilio di uno spettrofotometro, in condizioni d'illuminazione normalizzata (illuminante D65 corrispondente ad una temperatura di 6504 K). Con tale strumento si rileva la funzione colorimetrica Y che, com'è noto, è direttamente proporzionale al fattore di luminanza e pertanto misura la chiarezza di una superficie. Il rilievo della funzione colorimetrica è eseguito più volte sia sulla parte della pittura coprente l'area nera del cartoncino, sia sulla parte bianca. Per ogni provino si calcola il rapporto di contrasto, espresso in percentuale, tra il valore medio di Y_n rilevato sul film che copre l'area nera del supporto e il valore di Y_b rilevato sulla parte bianca. Il potere coprente di una pittura corrispondente al rapporto di contrasto $C=98\%$, non rappresenta visivamente una completa copertura del supporto. Un film è definito opaco quando il valore di Y è lo stesso sia sulla parte nera, sia sulla parte bianca, e non aumenta se si aumenta lo spessore della pittura. Per ogni provino predisposto per valutare il potere coprente si calcola la massa della pellicola per unità di superficie, lo spessore umido, e la resa superficiale: per l'elaborazione di questi dati è necessario conoscere la densità e il residuo non volatile della pittura.

5. Contenuto di biossido di titanio (TiO_2) - Metodo dell'acqua ossigenata (determinazione colorimetrica) - Dal precipitato di pigmento, riempitivi e perline, si preleva una determinata quantità e si macina finemente; successivamente si sottopone ad un processo di solubilizzazione con l'ausilio di una soluzione di solfato d'ammonio e acido solforico. La soluzione ottenuta (di colore giallo pallido), una volta filtrata e ossidata con l'aggiunta d'acqua ossigenata, è analizzata con uno spettrocolorimetro ($\lambda = 410 \text{ nm}$). Con l'ausilio di un diagramma, si risale alla concentrazione del biossido di titanio presente nella soluzione e, successivamente, alla percentuale in peso sull'insieme del precipitato. Il diagramma di confronto rappresenta la curva di taratura costruita utilizzando delle soluzioni in cui la concentrazione di biossido di titanio è nota.

6. Contenuto di cromato di piombo (PbCrO_4) - FTMS No. 141a - Method 7131 - (Metodo volumetrico) - Dal precipitato di pigmento, riempitivi (cariche) e perline, si preleva una quantità

rappresentativa e si sottopone ad un processo di dissoluzione con l'ausilio di una soluzione d'idrossido di potassio e acqua distillata. Si completa l'attacco con cloruro di potassio, acido cloridrico e ioduro di potassio. Successivamente la soluzione ottenuta è titolata con tiosolfato di sodio, usando come indicatore la salda d'amido. Conoscendo i ml di tiosolfato necessario per la titolazione, la normalità del tiosolfato nella soluzione e la normalità teorica, ed essendo nota la quantità di precipitato sottoposto ad analisi, così come la percentuale originaria nel contesto del campione di pittura, si calcola il contenuto percentuale del cromato di piombo.

7. Consistenza - Metodo ASTM D 562 (Procedura A) - La prova consente di determinare in unità convenzionali la consistenza di una pittura. Il metodo definisce il termine consistenza come il peso in grammi necessario a produrre in un determinato tempo (30") una specifica velocità di taglio (misura della coppia torcente), ad una data temperatura (25 °C) con l'apparecchiatura Krebs-Stormer (tale apparecchiatura viene preparata con un olio a viscosità nota, tra i 10 e i 15 poise). Il risultato della prova è espresso in unità Krebs (UK). La prova consiste, attraverso ripetuti tentativi, nell'individuare il peso in grammi che, nel tempo prescritto, riesce a fare compiere al motore immerso nel prodotto verniciante 100 giri. Il valore può essere ricavato interpolando la curva ottenuta dai risultati di prova. Il valore individuato è associato alle unità Krebs rilevate, in un'apposita tabella.

8. Tempo d'essiccamento - Metodo ASTM D 711 - La prova determina in ambiente condizionato (25 °C e 50-60 % W) il tempo d'essiccamento di un film di pittura dello spessore di 380 µm, steso su un supporto di vetro che è successivamente appoggiato su un piano inclinato di circa 10 °. Sul film è fatto scorrere, ad intervalli regolari, un cilindro d'acciaio dotato d'anelli di gomma sintetica aventi caratteristiche meccaniche determinate. Il tempo d'essiccamento è dato dal tempo intercorso tra il tempo finale (tf), in cui la pittura non aderisce più agli anelli di gomma, e il tempo iniziale (ti) di stesa del film.

9. Resistenza all'affioramento del legante bituminoso (modificazione cromatica del film) - La pittura è applicata a una superficie bituminosa ed è esaminato lo scolorimento del film dopo un condizionamento di 72 ore.

10. Resistenza agli agenti chimici (carburanti, lubrificanti, cloruro di calcio e di sodio, acido solforico e cloridrico in soluzione) - Metodo sperimentale - Sono predisposti 6 provini di pittura dello spessore di 250 µm in un analogo numero di supporti metallici, e dopo averli condizionati a temperatura ambiente (23 ± 2 °C e 50 ± 5% W) per 7 giorni sono immersi nei liquidi di prova ad una determinata temperatura e per un tempo non superiore a 60'. Dopo un ulteriore periodo di stagionatura si osserva lo stato di conservazione della superficie della pittura in ogni singolo elemento. La prova s'intende superata se non sono rilevati sulla superficie distacchi, fessurazioni, bolle, sfarinamenti e perdita di perline; inoltre, dopo l'attacco degli aggressivi chimici, non dovranno modificarsi le caratteristiche fotometriche e colorimetriche iniziali dei provini.

11. Resistenza all'abrasione - Metodo UNI 10559 - La prova consente di valutare la perdita di massa della pellicola di pittura dopo, essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita, alle quali si aggiungono dei pesi supplementari di 500 o 1000 g. Per eseguire la prova si utilizza l'apparecchio Taber Model 503 Abraser. La pittura è stesa con uno spessore umido di 250 micron su tre supporti d'acciaio aventi forma quadrata e i bordi smussati.

Dopo un condizionamento per 24 ore, i campioni sono sottoposti alla prova d'abrasione utilizzando le mole CS-10 caricate di un peso di 500g, per 500 o 1000 giri (secondo la norma, lo spessore del prodotto, il tipo di mola, il peso e il numero di giri deve essere preventivamente concordato con il committente). Al termine della prova non si deve avere scoprimiento del metallo in un solo punto dei supporti. Un'altra prova per determinare il grado d'abrasione del film di pittura, è quella descritta nel metodo ASTM D 968, denominato metodo a caduta di sabbia. In questa prova, la resistenza all'abrasione del film di pittura è determinata dalla quantità d'abrasivo richiesto (sabbia silicea

naturale, passante al setaccio ASTM n. 20 (850 micron) e trattenuta al setaccio ASTM n. 30 (600 micron) per esporre un'area di 3.9 mm, di diametro del pannello metallico liscio, inclinato a 45 °, su cui è steso un film dello spessore di 250 micron. La sabbia cade da una data altezza attraverso un tubo guida il cui bordo inferiore dista dal provino esposto 25.4 mm. La velocità d'efflusso deve essere di 2 litri di sabbia in 21 ± 23.5 secondi. Il risultato di prova è il coefficiente d'abrasione, dato dal rapporto V/T, dove V il volume di sabbia utilizzato per abradere l'area di pittura prescritta e T (thickness) è lo spessore del film in mm.

12. Resistenza accelerata alla luce - Norma UNI 9397/89 - La prova consiste nell'esporre all'azione della luce emessa da una lampada allo xeno, che approssima lo spettro d'emissione della radiazione solare normalizzata D65, tre provini di pittura dello spessore umido di 380 micron. Un quarto provino è conservato come campione di riferimento. Dopo aver stagionato i provini, questi sono inseriti in uno speciale apparecchio per prove solari (la lampada è posta sul fuoco di un riflettore a parabola) e sottoposti per 48 ore consecutive all'azione della luce solare. Se richiesto, l'esposizione può essere prolungata per una durata determinata in multipli di 24 ore.

Per i materiali sottoposti a normali condizioni di luce solare diretta, si usa un filtro che consente la simulazione di tali condizioni: il filtro intercetta tutte le radiazioni di lunghezza d'onda inferiore e permette l'emissione spettrale con inizio dalle radiazioni da 300 nm. Un sistema di specchi atti a riflettere la luce ultravioletta e visibile, è collocato nella parte superiore della lampada. A tale sistema, che consente il passaggio verso l'esterno degli infrarossi, è aggiunto un dispositivo di ventilazione che consente di mantenere costante la temperatura di prova tra i 45 ° e i 60 °C. Sui provini sottoposti a prova si determina visivamente la presenza di screpolature, sfarinamenti, variazioni di colore e perdita di brillantezza. La valutazione visiva è accompagnata dalla determinazione strumentale del fattore di luminanza e delle coordinate cromatiche, prima e dopo la prova.

13. Resistenza all'invecchiamento ai raggi UV A o B - Norma EN 1871/97 - La norma prescrive che i campioni di pittura possono essere esposti, per 480 ore ad una lampada di tipo I (UV A) o di tipo II (UV B) con cicli di 8 ore di irradiazione a 60 °C ± 2 e a 4 ore di condensa a 50 °C ± 2 °.

14. Determinazione del contenuto di perline tifrangenti - Metodo AM-R 01114 - Dopo aver ben omogeneizzato il prodotto, le perline sono separate dalla pittura con l'ausilio di una soluzione solvente (Etil Acetato, Xilene, Benzolo, Acetone) e tramite agitazione con una bacchetta di vetro. Il pigmento, più leggero delle perline, resta in sospensione ed è asportato mediante aspirazione. Si ripete l'operazione fino alla completa eliminazione delle tracce di pigmento dalle perline utilizzando, nella fase conclusiva dell'operazione, dell'acido cloridrico diluito. Per il lavaggio finale si usa acqua distillata. Il contenuto di perline è espresso come media percentuale sulla pittura dei valori ottenuti da due determinazioni.

15. Granulometria delle perline rifrangenti - Metodo ASTM D 1214 - (metodo meccanico) - Dalle perline separate, di cui al punto m, si ricavano 2 campioni rappresentativi di 50 g ciascuno per essere avviati alla selezione granulometrica previo trattamento termico (105-110 °C) per eliminare eventuali tracce d'acqua residua. La prova consiste nel far attraversare alle perline, con l'ausilio di un agitatore meccanico, una serie di setacci disposti con le luci nette delle reti aventi valore decrescente verso il basso. Il sistema comprende un coperchio ed un fondo per la raccolta delle perline le cui dimensioni sono inferiori a 0.063 mm. Il risultato finale dell'analisi è espresso come media percentuale tra i due campioni delle perline passanti in ciascun setaccio.

16. Sfericità delle perline - Metodo ASTM D 1155 - (Procedura A) - Una selezione di perline, rappresentative del campione di pittura, è suddivisa in 2 gruppi con l'ausilio del setaccio n.50 (300 µm). Successivamente ciascun gruppo è fatto cadere da 13 mm d'altezza, su un pannello di vetro inclinato rispetto all'orizzontale e di un angolo che è in funzione del diametro medio delle perline. Il pannello è sottoposto a vibrazione la cui frequenza fissa è di 60 impulsi al secondo. Le perline

perfettamente sferiche si depositeranno, seguendo l'inclinazione del pannello, in un contenitore posto in corrispondenza del bordo inferiore. Durante la vibrazione, le perline ovalizzate e le particelle di vetro di forma irregolare seguiranno il percorso opposto e si depositeranno in un recipiente sistemato in corrispondenza del limite superiore del pannello. Una volta separate, le perline sferiche saranno espresse in percentuale in peso rispetto alla selezione iniziale comprensiva di perline di forma regolare e irregolare. Questa prova dovrà essere integrata dalla procedura prevista nella norma EN 1423/97 relativa al metodo di determinazione delle imperfezioni delle microsfe di vetro. Le imperfezioni contemplate sono le seguenti:

- microsfere ovalizzate;
- microsfere a goccia;
- microsfere fuse tra loro,
- microsfere con satelliti;
- microsfere opache;
- microsfere lattiginose;
- microsfere con inclusioni gassose;
- particelle di vetro con spigoli vivi;
- particelle di materiale diverso dal vetro.

Attualmente la forma delle perline è determinata con sistemi più moderni. A tal fine si utilizza il microscopio associato ad una telecamera per il rilievo delle immagini delle sfere di vetro che sono successivamente elaborate da un computer con l'ausilio di un software predisposto per il calcolo automatico del numero di perline presenti nel campo di misura, delle loro dimensioni, della loro forma, del loro perimetro, ecc.. Il programma consente, infine, l'elaborazione statistica dei risultati e l'archiviazione delle immagini. Il metodo per la determinazione della qualità delle sfere di vetro, è descritto nell'appendice D della norma EN 1423/97.

17. Indice di rifrazione delle perline - Metodo UNI 9324/89 - (Metodo dell'immersione) – l'indice di rifrazione "n" è determinato con un microscopio a luce trasmessa e una serie di liquidi a bassa volatilità e indice di rifrazione conosciuto (Benzilacetato, Difelinetene, Metilene Ioduro, ecc.). Una piccola quantità di sfere di vetro, rappresentativa del campione di pittura, è immersa, in condizioni ambientali definite dal punto di vista termometrico, in un liquido con "n" noto.

Con il microscopio a luce trasmessa si osserva la presenza della linea di Becke, una frangia luminosa che si sposta verso il centro, della perlina immersa, allontanando l'oggetto dal fuoco dell'obiettivo, se l'indice di rifrazione è maggiore nelle perline rispetto a quello del liquido, di riferimento, ovvero se la linea luminosa si sposta verso il liquido, l'indice "n", è superiore nel liquido di riferimento rispetto a quello del vetro delle perline. Nel caso in cui la linea non compare, i due mezzi hanno lo stesso indice di rifrazione. Il metodo è così sensibile che è sufficiente una differenza di pochi millesimi, tra i due indici delle sostanze analizzate, perché compaia la linea di Becke. La norma EN 1423/97, relativa alle microsfe di vetro, per la determinazione dell'indice di rifrazione adotta il metodo di "Schroder Van der Kolk" applicabile ai prodotti monorifrangenti come le sfere di vetro. Le differenze dell'indice di rifrazione sono già percepibili con l'illuminazione assiale degli oggetti, esse aumentano notevolmente con l'illuminazione obliqua, poichè le frange luminose o le strisce scure sono molto più accentuate su un lato della sfera di vetro rispetto all'altro. La posizione della striscia illuminata e di quella scura, dipende dalla direzione del raggio incidente e dalla differenza d'indice di rifrazione tra il vetro della perlina e il liquido d'indice noto in cui è immersa. L'illuminazione è ottenuta con l'ausilio di un cartoncino nero rigido che consente di produrre un'illuminazione obliqua nella parte visibile del campo, nascondendo metà del campo dell'oculare.

18. Resistenza delle perline agli aggressivi chimici (Stabilità chimica delle perline) – Metodo sperimentale - Una selezione rappresentativa di perline è sottoposta all'aggressione del cloruro di calcio e di sodio in soluzione normale (3 ore), dell'acido solforico diluito al 20% (1 ora) e dell'acido cloridrico in soluzione normale (1 ora). Trascorsi i relativi tempi d'aggressione, si separano le perline per filtrazione e sono accuratamente lavate con acqua distillata e asciugate.

Successivamente sono sottoposte a controllo comparativo, con le perline originarie non sottoposte al trattamento d'aggressione, con l'ausilio di un microscopio. Al termine della prova le perline devono mantenere inalterate le loro caratteristiche originarie: forme regolari, colore costante, trasparenza e potere riflettente. L'appendice B della norma EN 1423/97 prescrive la resistenza all'acqua, all'acido cloridrico diluito, al cloruro di calcio e al solfuro di sodio in soluzione.

19. Spessore della pittura (Provini da predisporre in sito) - Metodo sperimentale - Durante la stesa in cantiere si disporranno, in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, 3 supporti metallici, preventivamente pesati, delle dimensioni di cm 50x30x0.05, che saranno ricoperti da altrettante strisce di pittura. Al termine della deposizione i lamierini saranno pesati (peso lordo umido) e lasciati asciugare nelle condizioni ambientali di stesa. Dopo l'essiccazione della pittura, i supporti sono nuovamente pesati (peso lordo secco) e se ne rileva lo spessore medio in micron con un misuratore di riporti elettronico. Infine, conoscendo la massa media di pittura deposta, la superficie media coperta in cm² e lo spessore medio della pittura, si può risalire alla resa del prodotto verniciante in sito (m²/kg). In modo analogo si possono prelevare campioni di prodotti plastici a freddo o di termoplastici.

20. Colore - EN 1436/04 – Il colore è determinato con l'ausilio di colorimetri o di spettrofotometri. La maggior parte dei colori sono individuati dalla chiarezza (fattore di luminanza Y), dal tono o tinta (coordinata cromatica x) e dal grado di saturazione (coordinata cromatica y). Il Fattore di luminanza e le coordinate cromatiche sono determinati utilizzando la sorgente luminosa normalizzata D65, una geometria d'illuminazione a 45° e una d'osservazione a 0°. Gli angoli sono misurati rispetto alla normale alla superficie del segnale orizzontale. L'area minima di misura è di 5 cm². Il sistema colorimetrico di riferimento, è quello CIE del 1931. La norma EN 1436/04 prescrive sia il fattore di luminanza per i colori dei segnali orizzontali, sia i vertici delle regioni di cromaticità.

21. Retroriflessione - EN 1436/04 – La retroriflessione, definita anche riflessione catadiottrica, è la riflessione caratterizzata dal rinvio dei raggi luminosi nel verso opposto alla direzione di provenienza, tale proprietà è conservata per rilevanti variazioni della direzione dei raggi incidenti. I dispositivi ottici che consentono tale fenomeno nei prodotti utilizzati per la segnaletica orizzontale sono le sfere di vetro. La misura, che si effettua sulla superficie del segnale, è definita "coefficiente di luminanza retroriflessa" (simbolo RL) e rappresenta il quoziente tra la luminanza L della superficie retroriflettente nella direzione d'osservazione, e l'illuminamento ricevuto attraverso un piano passante per il centro del retroriflettore e perpendicolare alla direzione della luce incidente. La misura rappresenta la visibilità notturna del segnale e le apparecchiature predisposte per il rilievo simulano una distanza di 30 m dall'area di misura con l'occhio dell'osservatore posto a 1.2 m dal piano stradale e la sorgente luminosa, il faro del veicolo, posto a 0.65 m rispetto alla pavimentazione. La geometria prevista per l'osservatore, in condizioni d'illuminazione radente e con la segnaletica asciutta, umida o bagnata, è un angolo d'osservazione di 2.29° e un angolo d'illuminazione di 1,24° (geometria europea). La norma EN 1436/04 prescrive le classi minime di prestazione catadiottrica notturna della segnaletica orizzontale, ossia i valori minimi di RL sotto i quali la visibilità notturna del segnale, per l'utente medio, è difficoltosa e può contribuire a comprometterne la sicurezza di guida.

22. Scivolosità – EN 1436/04 – La prova è normalmente eseguita in sito e lo strumento utilizzato misura l'attrito radente del segnale orizzontale. Il grado di resistenza alla scivolosità è espresso in unità SRT, acronimo di Skid Resistance Test. L'apparecchiatura è stata messa a punto dal Transport and Road Research Laboratory (TRRL) inglese. La prova simula lo slittamento della ruota bloccata dell'automezzo, che viaggia ad una velocità di 50 km orari, sullo strato d'usura in conglomerato bituminoso in condizioni di bagnato. Il valore minimo, richiesto dalla norma, per la segnaletica orizzontale bagnata è 45.

Prove sui prodotti plastici a freddo
(Prove previste dalla norma EN 1871/04).

23. Determinazione del fattore di luminanza e delle coordinate cromatiche – Il metodo di riferimento è quello indicato dalla norma EN 1436/04. La norma prevede la predisposizione di un campione di prova di dimensione adeguata e spessore sufficiente.

24. Resistenza ai raggi UV – L'invecchiamento ai raggi UV indicato dalla norma 1871/04, prevede 480 ore d'esposizione agli UV-A o UV-B per complessivi 40 cicli 8h + 4h e 168 ore UV-B per complessivi 14 cicli da 8h+4h. Ad ogni ciclo si hanno 8 ore d'irradiazione a 60°C e 4 ore di condensazione a 50°C. Al termine della prova si accertano il fattore di luminanza e le coordinate cromatiche del prodotto.

25. Resistenza agli alcali – Lo scopo di questa prova è quello di contribuire a selezionare il prodotto per la segnaletica stradale orizzontale che è idoneo per essere applicato direttamente sopra substrati che reagiscono all'azione delle sostanze alcaline (pavimentazioni in cemento).

26. Resistenza all'usura Tröger – Il metodo consente di simulare l'azione delle ruote chiodate sul prodotto plastico a freddo in condizioni di basse temperature. L'usura è prodotta in un apparato di Tröger su un campione che è applicato su un provino Marshall (30 mm spessore). La prova è eseguita a una temperatura di -10 ° C ed è prevista anche per i prodotti termoplastici.

Prove sui prodotti termoplastici
(Prove previste dalla norma BS 3262 e dalla norma EN 1871/97).

27. Determinazione del contenuto di legante – La norma BS 3262 indica tre metodi: il metodo per estrazione in bottiglia con un solvente (diclorometano), il metodo per estrazione a caldo con idoneo solvente anidro e il metodo per calcinazione (il più speditivo). Quest'ultimo metodo consiste nel riscaldare in una muffola, per un'ora a 500 ° C, circa 10 g di materiale fino a massa costante. Bisogna evitare di portare la temperatura a 550 ° C per evitare la decomposizione dei carbonati inorganici. Il contenuto di legante, calcolato come media % di due determinazioni, è dato dalla perdita di massa che è espressa in percentuale rispetto alla massa del campione originale.

28. Determinazione e classificazione dei costituenti - I costituenti sono determinati e classificati dopo aver separato i vari componenti con il metodo per estrazione in bottiglia del legante. Il materiale ottenuto è calcinato e successivamente sottoposto a separazione granulometrica in accordo con la norma BS 812 – Parte 103. I componenti inorganici separati e riferiti alla massa totale iniziale del campione sono in genere: aggregati (sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari idonei), pigmenti e microsfele di vetro.

29. Resistenza ai raggi UV – L'invecchiamento ai raggi UV indicato dalla norma 1871/04, prevede 1000 ore d'esposizione agli UV tra 290 nm e 800 nm per complessivi 500 cicli da 18' + 102'. Ogni ciclo è costituito da 18 minuti di nebulizzazione d'acqua demineralizzata e 102 minuti d'esposizione ai raggi UV – U.R. 50 % e temperatura del pannello nero di 45 °C. Al termine della prova si verificano il fattore di luminanza e le coordinate cromatiche.

30. Determinazione del contenuto di sfere di vetro - Il materiale ottenuto con il metodo per estrazione in bottiglia, è versato su un vassoio metallico inclinato di 5° rispetto all'orizzontale. Con un pennello soffice si separano le perline dal restante materiale. Le perline separate si depositeranno per gravità nel fondo del vassoio grazie alla pendenza. La determinazione accurata della quantità di perline presenti nel campione è complicata dalla composizione e dalla densità relativa dei materiali presenti. Il metodo suggerito è il più semplice ma è anche quello che richiede un maggior tempo per raggiungere risultati accurati.

31. Determinazione del punto di fusione - il principio di questo metodo determina il punto di rammollimento di un materiale termoplastico per la segnaletica stradale in accordo con Wilhelmi. Il punto di rammollimento è la temperatura, sotto le condizioni di collaudo previste da questo metodo, alla quale uno strato dato di materiale termoplastico subisce una deformazione sotto l'azione di una palla d'acciaio di 13,9 g di peso.

32. Determinazione del fattore di luminanza e del colore – Il metodo di riferimento è quello indicato dalla norma EN 1436/04. L'appendice A della norma 1871/04, tralascia la misura del colore e del fattore di luminanza di un blocco solido di materiale termoplastico, il cui spessore in sito è superiore ai 400 micron previsti per le pitture. La norma prevede la predisposizione di un campione di prova di dimensione adeguata e spessore sufficiente per ottenere una superficie liscia con il massimo grado di riflessione.

33. Determinazione della stabilità al calore - il metodo è stato predisposto per determinare la stabilità al calore di un materiale termoplastico utilizzato nella segnaletica stradale sotto condizioni prescritte. La prova simula il riscaldamento che si verifica durante la stesa in condizioni normali. Il campione è progressivamente riscaldato e omogeneizzato con l'agitatore fino a raggiungere la temperatura di prova prestabilita. Quando si è raggiunta tale temperatura (200 °C è la massima temperatura applicabile), si mantiene il campione in condizioni termiche costanti per sei ore. Successivamente lo si lascia raffreddare a temperatura ambiente prima di eseguire le altre prove prescritte. Al termine delle varie prove i risultati sono comparati con il campione che non è stato sottoposto alla prova di stabilità al calore.

34. Determinazione della resistenza alla deformazione plastica (flow resistance) – Un campione di forma conica preparato in uno stampo, con l'angolo al vertice di 60 ° e un'altezza di 10 cm, è lasciato raffreddare per 24 ore. Successivamente è estratto dall'apposito stampo, appoggiato su una superficie piana e condizionato ad una temperatura di 23 °C per 48 ore. Dopo il periodo di condizionamento prescritto si misura l'abbassamento in mm dell'altezza iniziale e si esprime il risultato come media % della misura dell'altezza di due campioni.

35. Determinazione della resistenza al derapaggio (skid resistance) - La prova è eseguita con l'apparecchiatura British Portable Skid Resistance Tester del TRRL inglese. Su un supporto metallico largo 15 cm, lungo 85 cm e dello spessore di 1.6 mm, è stesa alla velocità di 37 mm/s una striscia di materiale termoplastico larga circa 10 cm e lunga circa 80 cm. Lo spessore del prodotto varia secondo la tipologia d'applicazione: se il prodotto è un termoplastico colato, lo spessore di stesa è di 3.0 mm; se il prodotto è un plastico a caldo termospruzzato, lo spessore è di 1.5 mm. Il risultato della prova è il valore medio di SRT ottenuto da tre letture eseguite su ciascuno dei due provini predisposti per la prova.

Prove sui prodotti preformati (nastri stradali prefabbricati, permanenti o temporanei, incollati o incassati).

Le prove suggerite per i prodotti preformati sono di tipo prestazionale e riguardano la visibilità diurna, quella notturna, il colore, il fattore di luminanza e la scivolosità (vedi prove di controllo in fase di collaudo).

Campionatura segnaletica orizzontale

Pitture a solvente, idropitture, prodotti plastici a freddo, prodotti termoplastici e strisce preformate.

Pitture

In relazione al numero di confezioni (fusti, secchi, barattoli e simili) di prodotto, si dovranno scegliere, per essere sottoposti alle prove di rito preventive presso il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS o in altro Laboratorio Ufficiale, un numero di contenitori che la D.L. riterrà sufficienti a rappresentare la partita depositata.

I contenitori prescelti, ermeticamente chiusi, dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta dovranno essere presenti i seguenti dati:

- descrizione del prodotto (pittura a solvente o idropittura);
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;
- numero dei contenitori della partita fornita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;
- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

Durante l'esecuzione della segnaletica orizzontale, la D.L. disporrà il prelievo dal serbatoio delle macchina traccialinee, di campioni di circa 5 kg cadauno, da inviare ai Laboratori Ufficiali per le prove di verifica della corrispondenza della pittura ai requisiti prescritti dal Capitolato.

I campioni, trasferiti in adatti contenitori (si raccomanda l'uso di contenitori metallici, in vetro o in plastica che abbiano l'apertura superiore sufficientemente ampia da consentire la omogeneizzazione meccanica in laboratorio) e riempiti per il 95 % del loro volume, saranno chiusi ermeticamente ed etichettati con note analoghe a quelle sopradescritte.

Per il prelievo si può fare riferimento alle modalità indicate dalla norma UNI 8359-82, punto 5.

Durante la realizzazione della segnaletica, in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, la D.L. disporrà il prelievo, su lamierini metallici dalle dimensioni di cm 50 x 30 x 0.05, di strisce di pittura, per misurarne lo spessore medio, con lo scopo di risalire alla resa effettiva del prodotto verniciante.

Prodotti plastici a freddo

La norma EN 1871/97, indica che almeno 500 g di materiale sono necessari per predisporre i provini previsti per l'esecuzione di ciascuna prova.

I prodotti plastici a freddo sono normalmente formati da due componenti: una base e un indurente.

Quest'ultimo componente svolge la funzione di catalizzatore e può presentarsi sia allo stato liquido che in polvere.

In funzione dello stato in cui si presenta il prodotto, le modalità di prelievo devono assicurare la rappresentatività del campione e comunque deve essere accertata che le quantità necessarie ad eseguire le prove siano rappresentative dei vari componenti che devono essere miscelati tra loro nelle proporzioni indicate dai produttori.

Prodotti termoplastici

Per quanto riguarda i metodi di prelievo dei campioni termoplastici, la norma BS 3262/1 suggerisce e descrive i seguenti: il prelievo può avvenire da materiale polverizzato, da materiale prefuso o dal materiale fuso (è preferibile prelevare il campione dalla miscela fusa pronta per l'uso, direttamente dal preriscaldatore, che garantisce una migliore uniformità del prodotto).

Per quanto concerne il materiale che si presenta polverizzato, bisogna prelevare con una sonda cilindrica con un'apertura di circa 5 cm da tre contenitori della stessa produzione, tre frazioni da 2 kg cadauna.

Il prodotto prelevato deve essere conservato in un unico contenitore, sigillato ed etichettato con tutte le informazioni atte ad identificarlo in maniera univoca.

Nel caso di materiale prefuso in blocchi, bisogna frantumare il prodotto di tre contenitori e prelevare delle frazioni non inferiori ai 2 kg, eliminando le parti che, ad un sommario esame visivo, non si presentano omogenee.

Nel caso di prelievo dalla massa fusa pronta per l'uso, si devono prelevare tre campioni di massa non inferiore ai 2 kg direttamente dal preriscaldatore o dal tracciatore, eliminando il 5% del prelievo iniziale e di quello finale.

Nel momento in cui si prelevano i campioni la norma suggerisce di annotare la temperatura del prodotto.

Prodotti preformati

Indicativamente, per realizzare le prove di caratterizzazione prestazionale in laboratorio, possono essere sufficienti 5 m di nastro ed altri 5 m per un'eventuale verifica in contraddittorio con il richiedente.

Certificato di qualità della segnaletica orizzontale

Pitture

Per poter essere autorizzato all'impiego della pittura stradale spartitraffico, l'appaltatore dovrà esibire al Direttore dei Lavori, un "certificato di qualità", rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Il certificato comprenderà i risultati delle prove di seguito elencate e relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione e alle sfere di vetro premiscelate nel prodotto.

In particolare il certificato dovrà presentare i seguenti dati:

- resa (potere coprente) del prodotto in m²/kg;
- stabilità in barattolo o nella confezione;
- consistenza in unità Krebs;
- massa volumica in kg/l;
- residuo non volatile;
- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipo di legante;
- contenuto e tipo di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto di biossido di titanio;
- contenuto di cromato di piombo;
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc.);
- contenuto e tipo di solventi;
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata in corrispondenza della resa prescritta;
- resistenza alla luce;
- esistenza all'abrasione della pellicola;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti;
- indice di rifrazione delle perline;
- contenuto di perline nella pittura;
- granulometria delle perline;
- resistenza agli acidi delle perline.

Prodotti plastici a freddo

- fattore di luminanza;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata in corrispondenza della resa prescritta;
- resistenza ai raggi UVA e UV-B;
- esistenza all'abrasione;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- resistenza al derapaggio.

Prodotti termoplastici

- fattore di luminanza;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata in corrispondenza della resa prescritta;
- contenuto di legante;
- classificazione dei costituenti;

contenuto di perline;
resistenza ai raggi UV;
punto di fusione;
stabilità al calore;
resistenza al derapaggio.

Prodotti prefabbricati

fattore di luminanza;
coordinate cromatiche;
resistenza al derapaggio.

Prove di controllo sulla segnaletica orizzontale in fase preventiva ed esecutiva

Pitture

Resa (potere coprente) del prodotto in m²/kg;
consistenza in unità Krebs;
massa volumica in kg/l;
residuo non volatile;
tempo di essiccamento;
contenuto di legante;
contenuto di pigmenti e riempitivi (cariche);
contenuto di biossido di titanio;
contenuto di cromato di piombo;
fattore di luminanza della pittura;
coordinate cromatiche;
indice di rifrazione delle perline;
contenuto di perline nella pittura;
granulometria delle perline.

Prodotti plastici a freddo

Fattore di luminanza;
coordinate cromatiche;
resistenza ai raggi UVA e UV-B;
resistenza all'abrasione.

Prodotti termoplastici

Fattore di luminanza;
coordinate cromatiche;
contenuto di legante;
classificazione dei costituenti;
resistenza ai raggi UV;
punto di fusione;
stabilità al calore.

Prove di controllo sulla segnaletica orizzontale in fase di collaudo

Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada (Prove in sito).

Allo scopo di collaudare la segnaletica orizzontale, il Capitolato ANAS per le pitture stradali prescrive che "le prove di rugosità (derapaggio) dovranno essere eseguite su stese nuove, in un periodo tra il 10° e il 30° giorno dell'apertura al traffico della strada". Ad integrazione della prova di rugosità, l'attuale normativa europea individua una serie di prove aggiuntive atte a caratterizzare le prestazioni

della segnaletica orizzontale dal punto di vista dell'utente della strada, individuando a tal fine una serie di parametri di riferimento.

La norma europea, la UNI EN 1436, individua le prestazioni minime che la segnaletica orizzontale deve possedere per gli utenti della strada e indica le prove e i metodi di misurazione finalizzati alla verifica delle soglie individuate.

Non è segnalata una corrispondenza tra le varie classi di prestazione proposte e i sistemi con cui realizzare la segnaletica orizzontale, ma si lascia alle autorità stradali competenti la discrezionalità di adottare i sistemi che riterranno più opportuni (pittura a solvente, termoplastici, materiali plastici indurenti a freddo, laminati plastici e altri sistemi).

La norma precisa che per uno stesso sistema non sempre è possibile ottenere, per due o più parametri contemporaneamente, classi di prestazione elevate.

Per quanto concerne la durata di vita funzionale della segnaletica orizzontale, la rispondenza contemporanea a tutti i requisiti inizialmente specificati può essere mantenuta per un limitato periodo dell'anno, infatti le classi di prestazione di alcuni parametri possono abbassarsi velocemente, al di sotto delle soglie prescritte, a causa della presenza sulla strada di fattori aggressivi come acqua (ghiaccio), polvere, fango, e i residui delle emissioni dei veicoli, che contribuiscono, insieme all'invecchiamento naturale e all'usura dovuta al traffico, alla riduzione della durata. Nella norma sono indicati i parametri sensibili all'azione dei fattori citati.

Di seguito sono elencate le prove previste dalla UNI EN 1436/97 e una serie di prove aggiuntive, integrative e non contemplate dalla norma, finalizzate a verificare la segnaletica orizzontale non solo in fase di collaudo finale del lavoro ma anche nel corso della sua "vita utile".

Le prove concernono tutti i prodotti utilizzati nella realizzazione della segnaletica orizzontale.

Prove previste dalla normativa europea

36. Visibilità del prodotto segnaletico asciutto in condizioni di illuminazione diffusa (Visibilità diurna). Il parametro da misurare è il coefficiente di luminanza Q_d che si deve rilevare sulla segnaletica orizzontale asciutta, in condizioni di visibilità diurna e alla presenza di un'illuminazione diffusa analoga a quella che si osserva quando il cielo è coperto e la linea dell'orizzonte è identificabile senza difficoltà.

La prova consiste nel misurare la parte di luce diurna, riflessa in modo diffuso, che colpisce l'utente della strada mentre osserva il segnale da 30 m di distanza e con l'apparato visivo posto 1,2 m dal piano della pavimentazione stradale.

37. Visibilità del prodotto segnaletico asciutto in condizione di illuminazione con i proiettori dei veicoli (Visibilità notturna). Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL deve essere rilevato sulla segnaletica orizzontale in condizioni di visibilità notturna, vale a dire in una condizione di visibilità analoga a quella che l'utente della strada osserva con l'ausilio dell'illuminazione artificiale fornita dai proiettori del proprio veicolo.

La prova consiste nel misurare la parte di luce retroriflessa, rinviata dai dispositivi catadiottrici presenti nel segnale orizzontale (le perline di vetro), che colpisce l'osservatore collocato a 30 m di distanza e con l'apparato visivo a 1,2 m dal piano viabile.

L'altezza dei proiettori del veicolo che illumina il segnale è a 0,65 m rispetto alla superficie stradale.

38. Visibilità del prodotto segnaletico umido e bagnato in condizione di illuminazione con i proiettori dei veicoli (Visibilità notturna).

In condizioni d'illuminazione e di osservazione analoghe a quelle previste nel punto 37, si misura il coefficiente di luminanza retroriflessa sulla striscia di pittura in condizione umida e in condizione bagnata.

39. Intensità luminosa e colore del prodotto segnaletico asciutto in condizione d'illuminazione diurna (Visibilità diurna). La prova consiste nel misurare in sito il fattore di luminanza e le coordinate cromatiche.

40. Resistenza del prodotto segnaletico orizzontale al derapaggio (Misurazione dell'attrito radente del segnale). La misurazione della resistenza al derapaggio, vale a dire la determinazione del grado di aderenza tra pneumatico e segnaletica stradale orizzontale, è realizzata con un'apparecchiatura portatile da campo per determinazioni puntuali.

L'apparecchio misura l'attrito in unità convenzionali, definite unità SRT (Skid Resistance Tester Value).

Lo strumento è un dispositivo costituito essenzialmente da un braccio oscillante e da un supporto per un pattino di gomma, naturale o sintetica, avente caratteristiche prefissate.

La resistenza allo slittamento, opposta dalla superficie del prodotto segnaletico, è correlata all'altezza raggiunta dal dispositivo oscillante.

In assenza d'attrito, il braccio si muoverà liberamente e, dopo aver descritto una traiettoria semicircolare, si fermerà in un punto prestabilito, segnalato da un ago indicatore mobile (l'indice) che si sposta in funzione del movimento del pendolo.

L'ago indicatore descrive un angolo di 90°.

L'intervallo di misura, che insiste su un angolo minore di 90°, reca incise delle tacche di riferimento con numeri convenzionali indicanti le unità di resistenza allo slittamento, da 0 a 150 con un intervallo di 5 punti (visivamente si può apprezzare l'unità).

Prove aggiuntive

41. Determinazione del rapporto di contrasto $C\beta$. Il rapporto di contrasto $C\beta$ è il quoziente tra il fattore di luminanza misurato sul segnale orizzontale e il fattore di luminanza misurato sulla pavimentazione stradale limitrofa.

La visibilità diurna del segnale orizzontale è in funzione del contrasto con la pavimentazione stradale, tanto più le densità luminose (luminanza) dei due sistemi riflettenti saranno diverse, tanto maggiore sarà la percezione del segnale da parte dell'utente.

42. Aspetto. L'aspetto di una segnale stradale orizzontale è determinato attraverso la ricognizione dei tratti ancora integri ed efficienti e quelli compromessi.

L'aspetto è rilevabile con l'ausilio di un sistema di videoripresa che registrerà l'intera estensione di stesa del segnale. Le immagini dei tratti critici, preindividuati visivamente, saranno sottoposte ad un'analisi quantitativa con la determinazione dell'estensione delle relative aree compromesse attraverso il sistema d'analisi d'immagine.

Le aree di segnale compromesse, distinte in base al tipo d'usura (distacco, assottigliamento, modificazione del colore, perdita dei dispositivi retroriflettenti), saranno poste in relazione all'intera area di stesa del segnale analizzato.

43. Durata. La durata è il periodo durante il quale il segnale orizzontale è rispondente, in tutta l'area d'estensione dell'impianto, ai requisiti specificati dalla norma UNI EN 1436/97.

44. Spessore in sito:

Spessore teorico. Determinazione dello spessore del film teorico in fase di stesa: all'atto della stesa della pittura si disporranno, lungo la traiettoria della macchina stenditrice, una serie (il numero sarà concordato tra la Direzione dei lavori e l'impresa esecutrice del lavoro) di lamierini d'acciaio lunghi 60 cm, larghi 30 cm e spessi 0,05 cm; in movimento e senza variare le condizioni di pressione della macchina con cui avviene la stesa, l'operatore avrà cura di disporre sui supporti predisposti (minimo tre per ogni sezione di riferimento) delle strisce di larghezza analoga a quella di stesa e della lunghezza dei lamierini in acciaio; le strisce di pittura, stese sui lamierini, saranno lasciate ad essiccare nei punti in cui sono stati collocati e nelle stesse condizioni climatiche e termoisometriche in cui avviene la stesa della segnaletica; sulle strisce di pittura essiccate, preventivamente contrassegnate, saranno eseguite un minimo di 30 rilevazioni di spessore con l'ausilio di un misuratore di riporti magnetico; sarà successivamente redatto un rapporto di prova provvisorio in cui sarà annotato il valore medio degli spessori rilevati, che corrisponderà alla media delle rilevazioni effettuate su ogni singolo

supporto (ulteriori dati statistici potranno corredare il rapporto: scarto tipo, mediana, valore massimo, valore minimo, ecc.).

Spessore reale. Determinazione dello spessore reale del film di pittura essiccato: su di una serie di sezioni di riferimento, concordate tra la Direzione dei lavori l'impresa esecutrice, sarà prelevato un campione, costituito da un minimo di tre tasselli, in corrispondenza della striscia di pittura essiccata stesa sulla pavimentazione stradale; il prelievo dei campioni dovrà essere realizzato con accortezza evitando di frazionare il tassello in frammenti; ogni singolo tassello dovrà essere contrassegnato; per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale da cui risulti il n° di tasselli prelevati, l'ubicazione nella sezione di riferimento, il giorno di stesa della pittura, ed altri elementi che consentano un'identificazione univoca di ogni singolo campione; per ogni campione, due tasselli saranno sezionati in laboratorio, in senso longitudinale e trasversale, ed un tassello sarà conservato come riscontro; delle sezioni ricavate se ne otterranno delle immagini con l'ausilio di una telecamera collocata su un microscopio e collegata ad un computer; le immagini saranno elaborate con l'ausilio di un software predisposto che consente la misurazione dello spessore dello strato bianco della pittura discriminandolo dal substrato nero appartenente alla pavimentazione; la rappresentazione con grafici delle elaborazioni realizzate sugli spessori costituiranno parte integrante del rapporto di prova, insieme alle tabelle numeriche di riepilogo delle misure effettuate.

Tabelle relative alle caratteristiche prestazionali della segnaletica orizzontale (UNI EN 1436197).

Tabella A relativa alle classi di Qd per segnaletica orizzontale asciutta

Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Coefficiente di luminanza minimo in condizioni di illuminazione diffusa $Q_d \text{ mcd/m}^2 \cdot \text{lx}$
Bianco	Asfalto	Q0	Nessun requisito
		Q2	$Q_d \geq 100$
		Q3	$Q_d \geq 130$
	Cemento	Q0	Nessun requisito
		Q3	$Q_d \geq 130$
		Q4	$Q_d \geq 160$
Giallo		Q0	Nessun requisito
		Q1	$Q_d \geq 80$
		Q2	$Q_d \geq 100$

La classe Q0 si applica quando la visibilità diurna si ottiene attraverso il valore del Fattore di luminanza β .

Tabella 1B relativa alle classi di RL per segnaletica orizzontale asciutta

Tipo e colore del segnale orizzontale	Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa $RL \text{ mcd/m}^2 \cdot \text{lx}$	
Permanente	Bianco	R0	Nessun requisito
		R2 (*)	$RL \geq 100$
		R4 (*)	$RL \geq 100$
		R5 (*)	$RL \geq 300$
	Giallo	R0	Nessun requisito
		R1 (*)	$RL \geq 80$
		R3 (*)	$RL \geq 150$
		R4 (*)	$RL \geq 200$
Provvisorio		R0	Nessun requisito
		R3 (*)	$RL \geq 150$
		R5 (*)	$RL \geq 300$

La classe R0 si applica quando la visibilità della segnaletica orizzontale è ottenuta senza retriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli.

Tabella 2B relativa alle classi di RL per segnaletica orizzontale in condizioni di bagnato

Condizioni di bagnato	Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL mcd/m ² *lx
Come si presenta 1 minuto dopo l'inondazione della superficie con acqua	RW0	Nessun requisito
	RW1	RL≥25
	RW2	RL≥35
	RW3	RL≥50

La classe RW0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

Tabella 3B relativa alle classi di RL per segnaletica orizzontale in condizioni di pioggia

Condizioni di bagnato	Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL mcd/m ² *lx
Come si presenta dopo almeno 5 minuti di esposizione durante una precipitazione uniforme di 20 mm/h	RR0	Nessun requisito
	RR1	RL≥25
	RR2	RL≥35
	RR3	RL≥50

La classe RR0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

Tabella 1C relativa alle classi del fattore di luminanza β per segnaletica orizzontale asciutta

Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Coefficiente di luminanza minimo in condizioni di illuminazione diffusa Qd mcd/m ² *lx
Bianco	Asfalto	B0	Nessun requisito
		B2 (*)	β≥0,30
		B3 (*)	β≥0,40
		B4 (*)	β≥0,50
		B5 (*)	β≥0,60
	Cemento	B0	Nessun requisito
		B3 (*)	β≥0,40
		B4 (*)	β≥0,50
		B5 (*)	β≥0,60
		B5 (*)	β≥0,60
Giallo		B0	Nessun requisito
		B1 (*)	β≥0,20
		B2 (*)	β≥0,30
		B3 (*)	β≥0,30

La classe B0 si applica quando la visibilità diurna si ottiene attraverso il valore del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd.

Tabella 2C relativa ai vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Segnaletica orizzontale gialla classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Segnaletica orizzontale gialla classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica orizzontale permanente e a quella provvisoria.

Tabella D relativa alle classi di resistenza al derapaggio

Classe	Valore SRT minimo
S0	Nessun requisito
S1	SRT \geq 45
S2	SRT \geq 50
S3	SRT \geq 55
S4	SRT \geq 60
S5	SRT \geq 65

Prescrizioni operative

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal Nuovo Codice della Strada - D.L. 30 aprile 1992 n° 285 e dal relativo regolamento di esecuzione - D.P.R. 16 dicembre 1993.

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con compressori a spruzzo nella misura di 1 kg. Di vernice per m. 1,30 di superficie circa.

Il colore di tutte le vernici rifrangenti o meno deve essere bianco, giallo o azzurro, secondo la destinazione.

Il bianco deve avere un contenuto di biossido di titanio non inferiore al 14% (quattordici per cento) ed il giallo un contenuto di cromo di piombo minimo del 13% (tredici per cento); il residuo non volatile dovrà variare dal 72 all'84%.

Il contenuto in perline di vetro per quelle rifrangenti del diametro tra i mm. 0.006 e mm. 0.20 deve essere del 33% minimo nella vernice di colore bianco e del 30% minimo nella vernice di colore giallo; il peso specifico deve variare per il bianco da 1,500 a 1,700 kg. per litro a 25°C., per il giallo da kg. 1,550 a 1,750 p/litro a 25°C.

La vernice deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole.

La vernice dovrà essere proiettata sulla pavimentazione a mezzo di compressori a spruzzo, secondo linee o scritte e disegni in quantità non inferiore a kg. 0,100 p/ml. per linee da 12, o kg. 0,800 p/mq. Le strisce e le scritte dovranno risultare omogenee e di uniforme luminosità notturna in ogni loro parte.

La posa della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita in modo da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico secondo i tracciati, le figure e le scritte indicate dalla Direzione Lavori.

Essa dovrà essere lineare, senza sbandamenti o svirgolate rispettando la tolleranza max di +/- 1 cm. L'eventuale cancellazione della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita previa scarifica tramite apposita fresatrice nonché successiva coloritura con vernice di colore nero.

6.2 Segnaletica stradale verticale

Premessa.

Il segnale verticale stradale ha lo scopo di segnalare agli utenti un pericolo, una prescrizione oppure un'indicazione ai sensi dell'articolo 39 del Codice della Strada.

Tali dispositivi sono essenzialmente costituiti da un supporto metallico avente forma e dimensioni variabili a seconda dell'informazione che forniscono all'utente e della strada in cui sono impiegati.

Sul supporto è applicata "la figura" del segnale. Il segnale stradale può essere posizionato o su un lato della sede stradale, per cui il supporto è ancorato ad un sostegno verticale posizionato a una distanza dal ciglio stradale fissata dal Codice della Strada, oppure può essere collocato sopra la carreggiata con il supporto ancorato ad un portale.

La figura o faccia del segnale è realizzata mediante materiali, retroriflettenti o non e colorati, sui quali si realizzano i simboli in conformità alle disposizioni del Codice della Strada (Decreto Legislativo n° 285 del 30 aprile 1992) e del Regolamento per l'esecuzione del Codice della Strada (D.P.R. n° 495 del 16 dicembre 1992).

Tutti i segnali devono essere percepiti e leggibili di notte come di giorno. La visibilità notturna del segnale può essere assicurata con dispositivi di illuminazione propria per trasparenza oppure di illuminazione per rifrangenza con o senza luce portata dal segnale stesso.

La rifrangenza, o retroriflessione, è in genere ottenuta con l'impiego di idonee pellicole.

Il disciplinare tecnico dell'ex Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 31 marzo 1995 ("Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali") non segnala specifici prodotti e particolari tecniche costruttive delle pellicole retroriflettenti, ma definisce invece le modalità applicative delle pellicole al supporto, termoadesive (tipo A) e autoadesive (tipo B), e le suddivide in due classi (classe 1 e 2) in funzione della risposta fotometrica ai vari angoli d'illuminazione e d'osservazione. Inoltre definisce i vertici di cromaticità dei colori e il fattore di luminanza delle pellicole delle due classi e fa una distinzione tra pellicole colorate in massa e pellicole realizzate con colori stampati sul colore di base, per esempio bianco o giallo, utilizzando la tecnica serigrafica.

Il disciplinare non discrimina la tecnologia costruttiva della pellicola, lasciando al singolo produttore la libertà di realizzare i dispositivi che consentano di rispondere ai valori minimi di retroriflessione prescritti, senza vincoli connessi alla qualità e quantità dei materiali impiegati. La circolare ministeriale obbliga i fabbricanti a immettere sul mercato dei prodotti che preventivamente abbiano superato una serie di prove di tipo colorimetrico, fotometrico e tecnologico. Tali prove sono elencate e descritte nello stesso disciplinare.

Le prescrizioni sono di tipo prestazionale, cioè richiedono che le caratteristiche colorimetriche e fotometriche dei prodotti devono mantenersi, per un determinato periodo e con le prescritte tolleranze, all'interno dei box cromatici previsti nella tabella I e sopra la soglia minima di retroriflessione stabilita nelle tabelle II e III.

Tabella I – Coordinate cromatiche e fattore di luminanza per le pellicole di classe 1 e classe 2 (Decreto 31 marzo 1995).

Colore	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite (regioni colorimetriche) nel diagramma colorimetrico CIE 1931 – Illuminante D65 – Geometria 45/0					Fattore di luminanza β	
		1	2	3	4	Pellicole	
						Classe 1	Classe 2
Bianco	x	0,350	0,300	0,285	0,335	$\geq 0,35$	$\geq 0,27$
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Giallo	x	0,545	0,487	0,427	0,465	$\geq 0,27$	$\geq 0,16$
	y	0,454	0,423	0,483	0,534		
Rosso	x	0,690	0,595	0,569	0,655	$\geq 0,03$	
	y	0,310	0,315	0,341	0,345		
Verde	x	0,007	0,248	0,177	0,026	$\geq 0,03$	
	y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Blu	x	0,078	0,150	0,210	0,137	$\geq 0,01$	
	y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Marrone	x	0,455	0,523	0,479	0,558	$\geq 0,15$	
	y	0,397	0,429	0,373	0,394		
Arancio	x	0,610	0,535	0,508	0,570	$0,03 \leq \beta \leq 0,09$	
	y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Grigio	x	0,350	0,300	0,285	0,335	$0,12 \leq \beta \leq 0,18$	
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Nero	-	-	-	-	-	$\leq 0,03$	

Al fine di valutare il comportamento delle pellicole, è prevista una riduzione dei valori fotometrici minimi dopo che le stesse siano state sottoposte a una serie di prove tecnologiche. I nuovi valori, derivanti dalla riduzione percentuale consentita dei valori minimi iniziali, rappresentano la "soglia d'esercizio" della pellicola installata su un cartello stradale posto in opera. Sotto tale soglia il segnale deve essere sostituito. Si presume che le pellicole, sottoposte all'azione degli agenti atmosferici, si degradino in un arco di tempo di 7 anni (pellicole di classe 1) e 10 anni (pellicole di classe 2).

Per le pellicole i cui colori sono stati ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, il disciplinare consente un'ulteriore riduzione dei valori fotometrici rispetto alle riduzioni previste per pellicole pigmentate in massa.

Di pubblicazione più recente rispetto al disciplinare (gennaio 2003) è la UNI EN 12899-1 ("Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Segnali permanenti"). La norma specifica i requisiti per segnali permanenti nuovi ed in particolare per:

- segnali permanenti non retroriflettenti e retroriflettenti;
- segnali permanenti non retroriflettenti e retroriflettenti quando sono illuminati di notte da dispositivi di illuminazione esterni;
- segnali illuminati per trasparenza.

La norma definisce i limiti delle prestazioni ed una serie di classi di prestazione sia per i segnali privi di sostegni verticali sia per quelli dotati di sostegni verticali, nonché le facce dei segnali ed i supporti, i fissaggi dei segnali ed i dispositivi di illuminazione esterni.

Sono specificate le proprietà fotometriche, colorimetriche e la luminanza. Le proprietà fotometriche sono relative unicamente a materiali basati sull'utilizzo della tecnologia a microsfere di vetro. I requisiti strutturali dei segnali e dei relativi supporti includono prestazioni in condizioni di carico statico e dinamico.

Rispetto al disciplinare, dove è riportata una sola tabella di riferimento per i limiti delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza, su tale norma sono riportate cinque tabelle di riferimento per la cromaticità e fattore di luminanza del materiale applicato sul supporto del segnale:

- Due tabelle per segnali non retroriflettenti, in base alle quali sono distinti nelle classi NR1 e NR2;
- Due tabelle per segnali retroriflettenti, in base alle quali sono distinti nelle classi R1 e R2;
- Una tabella per i segnali illuminati per trasparenza.

Per il coefficiente areico di intensità luminosa la UNI EN 12899-1 riporta due tabelle i cui valori limiti, relativi ad ogni colore, si riferiscono alle pellicole di classe Ref 1 (corrispondenti alle pellicole di classe 1 del disciplinare) e alle pellicole Ref 2 (corrispondenti alle pellicole di classe 2 del disciplinare).

I valori riportati sono uguali a quelli riportati sulle tabelle relative alle pellicole di classe 1 e classe 2 del disciplinare, per ogni colore, angolo di osservazione ed angolo di divergenza.

Nelle tabelle della norma UNI EN 12899-1 sono specificati anche i valori relativi al colore grigio che il disciplinare rapportava, invece, al valore limite relativo al colore bianco di analoga classe (e precisamente il 50% del valore limite del colore bianco).

Infine nel mese di luglio del 2004 è uscita la norma UNI 11122 ("Materiali per segnaletica verticale – Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi").

Le pellicole microprismatiche retroriflettenti e fluoro-rifrangenti consentono di incrementare la visibilità e la leggibilità della segnaletica.

Perciò la norma è stata strutturata prevedendo i valori minimi delle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa), sia delle pellicole retroriflettenti (tabella IV) sia di quelle fluoro-rifrangenti, in un'appendice alla norma in modo da poter aggiungere altre non appena lo sviluppo tecnologico e le esigenze di sicurezza lo richiederanno.

Prove colorimetriche e fotometriche sulle pellicole retroriflettenti (Disciplinare tecnico del 1995). Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza.

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella tabella I (pag. 2), ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

Metodologia di prova

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971. Il materiale si intende illuminato con luce diurna, così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145), ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380 +780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove tecnologiche (Resistenza all'invecchiamento accelerato, resistenza alla nebbia salina, resistenza al calore, resistenza al freddo, resistenza ai carburanti e resistenza ai detersivi).

Coefficiente areico di intensità luminosa.

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nelle seguenti tabelle:

- tabella II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1 (rif. Disciplinare del 1995);
- tabella III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2 (rif. Disciplinare del 1995);
- tabella IV per le pellicole retroriflettenti ai microprismi (rif. UNI EN 11122).

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione d^2 ;
- la misura dell'illuminamento E_{\square} in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:

$$I = E_r d^2$$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove prescritte dal disciplinare tecnico (Resistenza all'invecchiamento accelerato, resistenza alla nebbia salina, resistenza al calore, resistenza al freddo, resistenza ai carburanti e resistenza ai detersivi).

Tabella II – Coefficiente areico di intensità luminosa minimo delle pellicole di classe 1 – normale risposta luminosa (Disciplinare del 31/03/95)

Angoli		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd/(lx m ²))						
Osservazione	illuminazione	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	arancio
12'	5°	70	50	14.5	9	4	1	25
	30°	30	22	6	3.5	1.7	0.3	10
	40°	10	7	2	1.5	0.5	0.1	2.2
20'	5°	50	35	10	7	2	0.6	20
	30°	24	16	4	3	1	0.2	8
	40°	9	6	1.8	1.2	0.1	0.1	2.2
2°	5°	5	3	1	0.5	0.1	0.1	1.2
	30°	2.5	1.5	0.5	0.3	0.1	0.1	0.5
	40°	1.5	1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1

Tabella III – Coefficiente areico di intensità luminosa minimo delle pellicole di classe 2 – alta risposta luminosa (Disciplinare del 31/03/95)

Angoli		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd/(lx m ²))						
Osservazione	illuminazione	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	arancio
12'	5°	250	170	45	45	20	12	100
	30°	150	100	25	25	11	8.5	60
	40°	110	70	15	12	8	5	29
20'	5°	180	120	25	21	14	8	65
	30°	100	70	14	12	8	5	40
	40°	95	60	13	11	7	3	20
2°	5°	5	3	1	0.5	0.2	0.2	1.5
	30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.1	0.1	1
	40°	1.5	1	0.3	0.2	0.1	0.1	1

Tabella IV – Coefficiente areico di intensità luminosa minimo per la pellicola retroriflettente nuova (UNI EN 11122: Allegato A).

Angoli		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd/(lx m ²))						
Osservazione	illuminazione	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	arancio
20'	5°	300	195	60	30	19	12	150
	20°	240	155	48	24	16	9	120
	30°	165	110	33	17	11	6	83
	40°	30	20	6	3	2	1	15
1°	5°	35	23	7	3.5	2.5	1	18
	20°	30	20	6	3	2	1	15
	30°	20	13	4	2	1.5	-	10
	40°	3.5	2	1	-	-	-	2
1.5°	5°	15	10	3	1.5	1	-	7.5
	20°	13	8	2.5	1	-	-	6.5
	30°	9	6	2	-	-	-	4.5
	40°	1.5	1	-	-	-	-	1

Prove tecnologiche sulle pellicole retroriflettenti (Capitoli 4 e 5 del DM del Ministero dei LL.PP. del 31.03.95)

Condizioni di prova: le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 ± 2° C e 50 ± 5% di umidità relativa.

Numero e dimensioni dei provini di pellicola da predisporre per le prove.

Caratteristiche	Prova prescritta	N. provini per ogni campione	Dimensioni (cm)	Superficie totale (cm ²)
Colorimetriche Fotometriche	Coordinate cromatiche e fattore di luminanza	3	15x15	675
	Coefficiente areico di intensità luminosa	3	15x15	675
	Spessore	1	15x15	225
	Adesività	3	2x4	24
	Flessibilità	3	6x12	216
	Resistenza all'invecchiamento accelerato	3	9x9	243
	Resistenza alla nebbia salina	3	9x12	324
Tecnologie	Resistenza all'impatto	3	15x15	675
	Resistenza al calore	3	15x7,5	337,5
	Resistenza al freddo	3	15x7,5	337,5
	Resistenza ai carburanti	2	6x12	144
	Resistenza ai detersivi	2	6x12	144

Spessore, incluso l'adesivo.

Attualmente il decreto del Ministro dei Lavori Pubblici dell'11 luglio 2000 (G.U. n. 234 del 06.10.00) ha **sostituito** il precedente paragrafo del disciplinare del 1995, che prevedeva:

- Classe 1 non superiore a mm. 0,25;
- Classe 2 non superiore a mm. 0,30;

con il nuovo il nuovo testo:

- il valore dello spessore misurato deve essere riportato nel certificato di conformità.

Metodologia di prova.

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore e' stato

precedentemente misurato con un micrometro. Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni, in zone differenti, dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro. La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

Adesività

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A (autoadesive) sia di tipo B (termoadesive) devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

Metodologia di prova.

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm 20x40. Dopo aver condizionato i provini secondo quanto previsto dalle condizioni di prova, si rimuovono circa 2 centimetri lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta. Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti 2 cm lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

Flessibilità

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

Metodologia di prova.

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60 x 120 x 0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova. Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene piegato a 90° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno (figura 9). La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi). Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni della tabella I del disciplinare ed il coefficiente areico d'intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20' e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova.

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa, i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 – 83.

Modalità di prova.

Metodo di prova "A": esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua. Ciclo di prova: 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua.

Sorgente luminosa: lampada allo xenon da 6500 W;

- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;

- irraggiamento sul campione controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;

- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni:

63 ± 5 °C (misurata mediante termometro a bulbo nero);

umidità relativa: 65 ± 5 %;

temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16 ± 5 °C.

Al termine dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste. Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate dal disciplinare del 1995 con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III del disciplinare tecnico.

Resistenza alla nebbia salina.

Al termine della prova le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I del disciplinare; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20' ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;

- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova.

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di 23 ± 2 °C e 50 ± 5 % di umidità relativa, li si sottopone all'azione della nebbia salina (figura 11), ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 ± 2 °C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano. Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza all'impatto

Al termine della prova le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

Metodologia di prova.

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150 x 150 x 0,5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'essa dimensioni di mm 150 x 150. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di 23 ± 2 °C e 50 ± 5 % di umidità relativa, i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100. Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia d'acciaio, del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g, in caduta da un'altezza di 22 cm.

Resistenza al calore

Al termine della prova le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I del disciplinare; il coefficiente areico d'intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20' ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anch'esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa, li si sottopone in forno alla temperatura di $70 \pm 3^\circ \text{C}$ per 24 ore. Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza al freddo

Al termine della prova le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella 1; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20' ed un angolo di

illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anch'esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa, li si sottopone in frigorifero alla temperatura di $-35 \pm 3^\circ \text{C}$ per 72 ore. Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai carburanti.

Al termine della prova le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativa ad un angolo di divergenza di 20' gradi ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova.

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60 x 120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isotano e per il 30% da toluene. La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di $23 \pm 1^\circ \text{C}$.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri.

Al termine della prova le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

Metodologia di prova

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60 x 120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120. Dopo un condizionamento di 24 ore, alla temperatura di $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa, i pannelli sono immersi in una vaschetta di vetro contenente normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio. Durata della prova: 1 ora alla temperatura di $23 \pm 1^\circ \text{C}$.

Caratteristiche del contrassegno di individuazione.

Il contrassegno di individuazione, che evidenzia il fabbricante della pellicola, deve essere integrato con la struttura interna della pellicola stessa, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

Metodologie di prova

Verifica della inasportabilità:

- un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale. Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione:

- un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico. Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

Verifica della durata:

- dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETTORIFLETTENTI

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti del disciplinare tecnico del 1995, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2. Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE. I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno. Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio. Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste nel citato disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio d'individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

Prova di invecchiamento naturale all'esterno

Tale prova non è menzionata sul disciplinare tecnico del 31 marzo 1995.

Le modalità di esecuzione di questo tipo di determinazione è riportata sulla UNI EN 12899-1 (paragrafo 5.3.6).

Possono essere testati sia segnali di prova sia campioni di prova (di dimensioni 10 x 10 cm). Comunque i segnali o i campioni di prova devono essere esposti, inclinati a un angolo di 45° rispetto alla linea orizzontale e rivolti verso l'equatore (quindi in Europa verso sud), in conformità al metodo A della ISO 877 (cioè esposizione diretta alla radiazione solare).

L'esposizione dura:

- Due anni per i segnali non retroriflettenti o quelli illuminati per trasparenza;
- Tre anni per i segnali retroriflettenti.

Al termine dell'esposizione la cromaticità ed il fattore di luminanza del segnale deve essere conforme ai requisiti specificati nelle relative tabelle dei valori limite previsti per le varie classi.

Per i segnali retroriflettenti il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore all'80% del valore richiesto per quel colore.

I CONTROLLI IN SITO SULLA SEGNALETICA VERTICALE

Prestazioni della segnaletica verticale: verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche in sito.

Parametri di riferimento in sito: le coordinate cromatiche x e y, il fattore di luminanza β e il coefficiente areico d'intensità luminosa.

Il disciplinare tecnico sulle "modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali", approvato con Decreto del ministro dei Lavori Pubblici e pubblicato sulla G.U. n° 106 del 9 maggio 1995, prescrive per le pellicole tal quali, di classe 1 e classe 2, le caratteristiche colorimetriche e fotometriche minime di riferimento per i fabbricanti dei fogli catadiottrici.

Il disciplinare dispone che le misure delle caratteristiche colorimetriche rilevate a conclusione delle varie prove tecnologiche non siano inferiori a quelle prescritte per le pellicole nuove e che i valori delle caratteristiche fotometriche non siano inferiori di una data percentuale rispetto a quelle prescritte per le pellicole tal quali.

In particolare, dopo le varie prove tecnologiche, le coordinate cromatiche x e y devono restare all'interno della regione di cromaticità individuata nel diagramma colorimetrico CIE 1931 e il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore del 50% per le pellicole di classe 1 e dell'80% per le pellicole di classe 2.

Le caratteristiche colorimetriche delle due classi di pellicole devono essere ancora comprese all'interno delle regioni di cromaticità, prescritte per le pellicole tal quali, anche dopo i periodi minimi previsti.

Durante le periodiche verifiche in sito con gli strumenti portatili, le pellicole dovranno avere i requisiti prescritti compresi nelle regioni cromatiche e negli intervalli indicati nell'ambito della durata temporale prevista per ciascuna classe di pellicola, come si rileva nelle tabelle F1, F2 e F3.

I valori rilevati saranno correlati all'effettivo periodo d'esposizione all'invecchiamento naturale dei segnali.

Valori inferiori, misurati all'interno dei suddetti periodi di permanenza delle prestazioni minime, comporteranno la rimozione immediata del segnale e la sua sostituzione.

Nelle suddette tabelle sono riportati i valori colorimetrici e fotometrici delle pellicole realizzate nei colori prescritti dal Regolamento d'attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I colori che possono essere utilizzati per la realizzazione dei segnali, in cui è d'obbligo l'uso di pellicole ad alta risposta luminosa (art. 79, comma 12, DPR n. 495/92), sono in numero inferiore quelli elencati nella tabella III del disciplinare tecnico.

Nelle seguenti tabelle si riporta l'intero elenco comprensivo dei colori serigrafati anche per le pellicole di classe 2, alla luce delle considerazioni del legislatore che affida all'ente gestore o proprietario della strada la discrezione di scegliere il tipo di pellicola rifrangente in funzione della sicurezza degli utenti (art. 79, comma 11, DPR n. 495/92).

Tabella F 1 relativa alle coordinate cromatiche e al fattore di luminanza per le pellicole di classe 1 e classe 2:

Colore	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite (regioni colorimetriche) nel diagramma colorimetrico CIE 1931 – Illuminante D65 – Geometria 45/0					Fattore di luminanza β	
		1	2	3	4	Pellicole	
						Classe 1	Classe 2
Bianco	x	0,350	0,300	0,285	0,335	$\geq 0,35$	$\geq 0,27$
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Giallo	x	0,545	0,487	0,427	0,465	$\geq 0,27$	$\geq 0,16$
	y	0,454	0,423	0,483	0,534		
Rosso	x	0,690	0,595	0,569	0,655	$\geq 0,03$	
	y	0,310	0,315	0,341	0,345		
Verde	x	0,007	0,248	0,177	0,026	$\geq 0,03$	
	y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Blu	x	0,078	0,150	0,210	0,137	$\geq 0,01$	
	y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Marrone	x	0,455	0,523	0,479	0,558	$\geq 0,15$	
	y	0,397	0,429	0,373	0,394		
Arancio	x	0,610	0,535	0,508	0,570	$0,03 \leq \beta \leq 0,09$	
	y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Grigio	x	0,350	0,300	0,285	0,335	$0,12 \leq \beta \leq 0,18$	
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Nero	-	-	-	-	-	$\leq 0,03$	

Parametri fotometrici di riferimento in sito: il coefficiente areico di intensità luminosa R' .

Il Disciplinare tecnico prescrive per le pellicole ottenute mediante stampa con inchiostri colorati, trasparenti e coprenti, su pellicole colorate in origine, una riduzione delle prestazioni fotometriche in funzione del colore di base che può essere il bianco e il giallo.

Per le pellicole i cui colori sono stati ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, il coefficiente R' è ridotto, per le due classi di pellicole tal quali, al 70% di quello prescritto nelle tabelle II e III del disciplinare tecnico (dopo le prove tecnologiche si ha un'ulteriore riduzione, analoga a quella indicata per le pellicole non serigrafate nelle due classi di prestazione).

Per il colore grigio, ottenuto per retinatura sul bianco di base, R' non deve essere inferiore al 50% dei valori prescritti per il colore bianco nelle due classi di pellicole.

Per i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore giallo di base, R' non deve essere inferiore al 50% dei valori prescritti per le pellicole tal quali.

Le pellicole di classe 1 devono garantire i valori del coefficiente areico d'intensità luminosa (Tabella II del disciplinare), nell'intervallo compreso tra i valori minimi previsti per le pellicole nuove e i valori corrispondenti alla riduzione percentuale prescritta, per un periodo minimo di sette anni di normale esposizione all'esterno nelle medie condizioni ambientali d'uso.

Analogamente, le pellicole di classe 2 devono mantenere tali valori (Tabella III del disciplinare) per un periodo minimo di dieci anni.

Per il colore arancio, la durata dei requisiti contemplati per le due classi di pellicole, è limitata a tre anni.

Tabella F 2 relativa ai valori di R' prima e dopo le prove tecnologiche per le pellicole a normale risposta luminosa prodotte nei colori prescritti realizzati in origine, serigrafati con inchiostri colorati sul bianco di base e serigrafati con inchiostri colorati sul giallo di base (segnaletica temporanea).

Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Coefficiente areico di intensità luminosa (R') prima e dopo le prove tecnologiche

Angolo di divergenza (α) 20' – Angolo di illuminazione (β_1) 5°

Colori di base	R'		Colori retinati	R'		Colori serigrafati	R'		Colori serigrafati	R'	
	100%	50%*	Bianco di base	50%*	25%*	Bianco di base	70%*	35%*	Giallo di base	50%*	25%
Bianco	50	25	Grigio	25	12,5	-	-	-	-	-	-
Giallo	35	17,5	-	-	-	Giallo	24,5	12,25	-	-	-
Rosso	10	5	-	-	-	Rosso	7	3,5	Rosso	5	2,5
Verde	7	3,5	-	-	-	Verde	4,9	2,45	-	-	-
Blu	2	1	-	-	-	Blu	1,4	0,7	-	-	-
Marrone	0,6	0,3	-	-	-	Marrone	0,42	0,21	-	-	-
Arancio	20	10	-	-	-	Arancio	14	7	-	-	-

* Percentuali riferite ai valori minimi di R' della pellicola tal quale.

Tabella F 3 relativa ai valori di R' dopo le prove tecnologiche per le pellicole ad alta risposta luminosa prodotte nei colori prescritti realizzati in origine, serigrafati con inchiostri colorati sul bianco di base e serigrafati con inchiostri colorati sul giallo di base (segnaletica di cantiere).

Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Coefficiente areico di intensità luminosa (R') prima e dopo le prove tecnologiche

Angolo di divergenza (α) 20' – Angolo di illuminazione (β_1) 5°

Colori di base	R'		Colori retinati	R'		Colori serigrafati	R'		Colori serigrafati	R'	
	100%	80%*	Bianco di base	50%*	40%*	Bianco di base	70%*	56%*	Giallo di base	50%*	40%
Bianco	180	144	Grigio	90	72	-	-	-	-	-	-
Giallo	120	96	-	-	-	Giallo	84	67,2	-	-	-
Rosso	25	20	-	-	-	Rosso	17,5	14	Rosso	12,5	10
Verde	21	16,8	-	-	-	Verde	14,7	11,76	-	-	-
Blu	14	11,2	-	-	-	Blu	9,8	7,84	-	-	-
Marrone	8	6,4	-	-	-	Marrone	5,6	4,48	-	-	-
Arancio	65	52	-	-	-	Arancio	45,5	36,4	-	-	-

* Percentuali riferite ai valori minimi di R' della pellicola tal quale.

Il controllo dell'invecchiamento naturale in sito delle pellicole retroriflettenti.

Tra le varie prove tecnologiche previste per le pellicole, il Disciplinare tecnico del 1995, prescrive la resistenza all'invecchiamento accelerato artificiale. La prova simula i sette e i dieci anni d'esposizione agli agenti climatici e ai raggi ultravioletti che le pellicole, una volta collocate in sito, dovrebbero sostenere. La riduzione delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche, verificate dopo la prova, dovrà essere contenuta all'interno di valori prescritti. L'assenza di dati scientifici che comprovino una corrispondenza accettabile tra le prove d'invecchiamento strumentale e l'invecchiamento naturale, ha convinto i membri del comitato nazionale e del comitato europeo per la predisposizione di norme comuni sulla segnaletica verticale, a preferire l'invecchiamento naturale rispetto a quello artificiale, abolendo la prova d'invecchiamento artificiale nella norma EN 12899-1 (recepita dall'UNI nel gennaio 2003).

In alternativa all'invecchiamento strumentale, realizzato in laboratorio, le varie proposte convergono verso una verifica delle pellicole in sito, allagate in latitudini geografiche prestabilite, esposte verso sud e inclinate di 45° rispetto al piano orizzontale.

Per quanto concerne le verifiche in sito, i direttori dei lavori, a garanzia della validità del certificato di conformità (realizzato con le procedure indicate nel Disciplinare tecnico in attesa della norma europea) e a salvaguardia della sicurezza degli utenti della strada, possono programmare periodiche visite ispettive di controllo dei laboratori autorizzati per verificare la rispondenza delle pellicole alle caratteristiche minime prescritte dal disciplinare. I valori rilevati devono essere sufficienti ad assicurare la normale percezione dei segnali.

Le verifiche consistono nel replicare in sito, con delle apparecchiature portatili, le prove colorimetriche e fotometriche realizzate in laboratorio.

In particolare, il coefficiente areico di intensità luminosa, verificato ad un angolo di divergenza di 20' e un angolo di illuminazione di 5°, non dovrà risultare inferiore ai valori prescritti (numeri in neretto) nelle tabelle F2 e F3, per le due classi di pellicole e per i vari colori, di base e serigrafati.

I valori relativi alle coordinate cromatiche dovranno essere compresi nelle regioni cromatiche prescritte nel disciplinare (tabella F1).

La data di realizzazione del segnale, apposta nel retro del cartello, così come indicato dal comma 7 - art. 77 del DPR n.495/92, è il riferimento iniziale per la valutazione dell'intervallo temporale d'esposizione agli agenti

naturali delle pellicole in sito. Gli intervalli temporali individuati saranno correlati con i dati fotometrici e colorimetrici rilevati.

Il controllo in sito dei sostegni e dei supporti usati per la segnaletica stradale verticale.

L'art. 82 del DPR n.495/92 prescrive che i sostegni e i supporti dei segnali stradali devono essere generalmente di metallo, inoltre indica una serie di vincoli per i sostegni a sezione circolare, come il dispositivo antirotazione, un'adeguata sezione per garantire la stabilità del segnale alla spinta del vento o di altri fattori e un'idonea protezione dei vari elementi contro la corrosione.

Le prove di controllo in sito sugli elementi metallici costituenti la segnaletica verticale sono le seguenti:

- controllo dello spessore dei riporti protettivi;
- controllo della uniformità dello spessore del riporto in una superficie unitaria di un elemento considerato;
- controllo dello spessore del supporto.

Pellicole e garanzie

Tutti i segnali posati dovranno essere dotati di pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.95, n. 1584, rettificato ed integrato dal Decreto Ministero dei LL.PP. 11.07.2000 e dovranno essere prodotte da aziende in possesso del sistema di qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9002.

Dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di CLASSE 2 ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.

Sostegni tubolari in acciaio

I sostegni saranno in ferro tubolare Ø. mm. 48, Ø mm. 60 o Ø mm. 90, zincati a caldo per immersione secondo norme UNI. Lo spessore sarà dimensionato in modo da garantire la massima stabilità del gruppo segnaletico ivi apposto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappello in plastica.

Mentre il dispositivo antirotazione del sostegno rispetto al terreno sarà costituito da tondino passante, quello del segnale rispetto al sostegno dovrà essere realizzato in una delle seguenti versioni:

- Utilizzo di sostegni scanalati longitudinalmente e di staffe in lega di alluminio estruso già conformate per incastrarsi nella scanalatura del palo.
- Utilizzo di sostegni tubolari lisci (senza alcuna scanalatura) con l'impiego di staffe in lega di alluminio estruso munite di bussola filettata da rendere inamovibili una volta fissate al segnale. Quest'ultima operatività può consistere nell'esecuzione di un foro che attraversi lo spessore del sostegno, in un solo punto della circonferenza ed in corrispondenza della bussola sulla staffa, con successivo fissaggio in quella sede, previo trattamento con zinco a freddo, di "grano" in acciaio inox.

Quest'ultima soluzione è da utilizzarsi solamente in presenza di sostegni singoli Ø 90 mm. non reperibili sul mercato con scanalatura.

In nessun caso è ammessa l'installazione di segnali stradali o della toponomastica su pali dell'illuminazione pubblica o altri sostegni diversi da quanto indicato nelle presenti prescrizioni.

Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

Fondazioni per impianti segnaletici

Le fondazioni di ogni categoria segnaletica (compresi i portali) dovranno essere dimensionate, nel rispetto delle Normative vigenti, per assicurare una resistenza alla velocità del vento di 150 Km/h, pari ad una pressione dinamica di 140 Kg/mq, con un coefficiente di sicurezza 1,5.

La posa in opera della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando i sostegni su apposito basamento in calcestruzzo avente $R_{ck} = 200 \text{ Kg/cm}^2$.

Per i gruppi segnaletici con sostegni Ø 48 o Ø 60 mm., le dimensioni delle fondazioni non dovranno essere inferiori a cm. 35 x 35 x 45.

Per i gruppi segnaletici con sostegni Ø 90 mm., non dovranno essere inferiori a cm. 45 x 45 x 55.

Per i gruppi segnaletici d'arredo con sostegni poligonali le dimensioni delle fondazioni non dovranno essere inferiori a cm. 40 x 40 x 50.

Per quanto riguarda gli impianti in zone (es. piazzali, parcheggi ecc.) ove non siano presenti aiuole o quanto altro atto a "proteggere" i sostegni infissi, questi dovranno essere posati tramite l'utilizzo di manufatti in cemento (panettoni porta-palo) di colore giallo che garantiscano la stabilità dell'impianto segnaletico e lo salvaguardino dagli urti.

Articolo 7

Realizzazione dell'impianto fognario

7.1 Tubazioni e pezzi speciali in gres ceramico

I tubi in gres ceramico dovranno presentare elevata resistenza chimica, elevata resistenza all'abrasione, elevata velocità di autopulizia, elevata resistenza meccanica ed elevata tenuta idraulica.

Le tubazioni devono essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano, conformi alla Norma UNI EN 295-parte1.3, fissate in stabilimento. Dette guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ Allungamento a rottura $\geq 90\%$ durezza $67 \pm 5 \text{ Shore A}$.

Dovranno inoltre essere munite di certificazione di prodotto UNI EN 295 parte 1-2-3 per le tubazioni in gres e certificazione di conformità del sistema produttivo alle norme UNI EN ISO 9002 rilasciata dal CISQ organismo di certificazione dei sistemi di qualità aziendali riconosciuto a livello europeo da IQNet.

I tubi, verniciati internamente ed esternamente, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 295 parte 1 - 2 - 3, aprile 1992 ed appartenere alla classe 160 kN/mm^2 .

Essi dovranno inoltre corrispondere ai progetti di unificazione che seguono:

- UNI 0561 Unificazione dei prodotti in gres ceramico per fognature.
- UNI 0561/1/66 Prodotti in gres ceramico per fognature: tubi, pezzi speciali, fondi fogna, mattonelle, tolleranze, requisiti, prove campionamento e marcatura.
- UNI 0561/2/66 Tubi diritti con bicchiere.
- UNI 0561/3/66 Curve.
- UNI 0561/4/66 Giunti semplici a braccio uguale.
- UNI 0561/5/66 Giunti a squadra a braccio uguale.
- UNI 0561/6/66 Giunti semplici a braccio minore.
- UNI 0561/7/66 Prodotti in gres ceramico per fognature, giunti a squadra a braccio minore.
- UNI EN 295
- UNI 9180/88
- D.M. LL.PP. 12/12/1985 Norme tecniche.

I tubi ed i pezzi speciali dovranno essere completamente rivestiti da una copertura vetrificata perfettamente liscia ed intimamente immedesimata con la pasta ceramica.

In ciascun pezzo il bicchiere dovrà essere formato in modo da permettere una buona giunzione nel suo interno e l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellature.

Le norme, i metodi di prova, le misure dei prodotti in gres ceramico per fognature, tubi, pezzi speciali, fondi fogna e mattonelle sono quelle contenute nella ASSOGRES 0 1 del 1.3.1980.

I tubi e le mattonelle in gres ceramico, devono presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti ed asperità e, percossi da un martello, devono dare un suono metallico.

La durezza sia alla superficie esterna, anche se vetrificata, che in frattura, deve risultare non inferiore al settimo posto della scala di Mohs.

I tubi interi, senza manicotto, in posizione verticale, sottoposti alla pressione idraulica di 1,5 Bar mantenuta per sessanta secondi, non devono presentare in alcun punto rotture, perdite e trasudamenti.

Tolleranze. Sulle dimensioni lineari nominali, riportate nelle varie tabelle commerciali per i manufatti in gres ceramico, si intende ammessa la tolleranza del $\pm 0 - 5\%$. Per i tubi il valore del rapporto fra la freccia di curvatura e la lunghezza, riferito ai 4/5 centrali della canna, non deve superare lo 0,01. Per i manufatti a facce piane il valore del rapporto tra la freccia di curvatura, misurata in corrispondenza di una diagonale, e la lunghezza della diagonale medesima non deve superare lo 0,02.

Aspetto esteriore. I tubi e i raccordi di gres, se percossi, devono dare un suono chiaro; non devono presentare danni o difetti tali da pregiudicare la loro capacità di impiego. Difetti visibili, quali punti difettosi della vernice, asperità e piccoli danni alla superficie, non escludono l'idoneità all'impiego del materiale. Il manicotto e la punta dei manufatti di gres potranno essere sprovvisti di vernice al fine di facilitare l'applicazione del giunto prefabbricato.

Eventuali differenze nella colorazione non hanno influenza sulla qualità.

Prova di schiacciamento. La prova di schiacciamento dovrà essere eseguita su tubi interi. Il tubo deve essere posto su una trave di appoggio con piani a V aventi un angolo di apertura di 150° e sollecitato mediante una trave rettangolare. La distribuzione del carico fra trave e tubo e fra tubo ed appoggi viene realizzata con ripartitori lunghi 100 mm rivestiti con feltro spessore 15 mm. Per l'adattamento alla lunghezza del tubo sono previsti ripartitori da 50 mm di lunghezza. La larghezza b dei ripartitori della trave superiore varia da diametro a diametro come sotto elencato:

Diametro nominale	b (cm.)
da 10 a 20 cm.	2,5
25 cm.	3,0
35 cm.	3,5
40 cm.	5,0
50 cm.	6,0
60 cm.	7,5
70 cm.	8,5
80 cm.	9,5

I suddetti ripartitori trovano reazione su un cuscino costituito da un tubo di gomma riempito di liquido. Il carico viene aumentato al ritmo di 30 Kg al minuto secondo fino a rottura del pezzo di prova. I carichi minimi di rottura non devono essere inferiori a quelli riportati in tabella:

Diametro nominale (cm.)	Classe standard (T/m)	Classe extra (T/m)
10	3,5	-
12	3,5	-
15	3,5	-
20	3,5	-
25	3,5	-
30	3,5	-
35	3,5	-
40	3,5	-
50	3,5	-

Prova di tenuta. La prova di tenuta viene eseguita sui singoli tubi, escludendo il manicotto. Il campione viene sistemato in un apposita apparecchiatura di prova e riempito lentamente d'acqua e tenuto per un'ora sotto la pressione di prova di 0,5 Kg/cm² + o - 0,1m di colonna d'acqua) riferita al punto piu' basso del tubo.

Da quel momento si misura la perdita di acqua in 15 minuti primi. La perdita d'acqua e' data dalla formula

$W15 V15$

diam. d1 x l1

dove:

W15=perdita di acqua per ogni mq in 15 minuti primi espressa in l/mq

V15=consumo di acqua in 15 minuti primi espresso in litri

d1 =diametro interno espresso in metri

l1 =lunghezza del tubo in prova espressa in metri

Il valore dell'aggiunta di acqua non puo superare lo 0,1 l/mq in 15 minuti primi. Sono ammessi trasudamenti e gocce singole.

Prova di resistenza agli agenti chimici. I provini ricavati per taglio dalla parte mediana del tubo, aventi forma prismatica e spigoli mm 20x35x100 + o - 2, devono avere superfici svertrate e regolari.

Dopo un energico lavaggio che ne asporti la polvere lasciata dal taglio, i provini vengono essiccati a 150° fino a costanza di peso. La bilancia deve avere la precisione di 0,01 g nel campo dei 200g.

Ogni provino viene immerso in 500 ml di una delle seguenti soluzioni di prova e lasciato 48 ore ad una temperatura di 15° + O - 5°C

acido cloridrico 1 normale

acido solforico 1 normale

acido nitrico 1 normale

soda caustica 1 normale

Trascorse le 48 ore i provini vengono lavati con cura a fondo con acqua distillata bollente e fatti bollire per due volte, ogni volta per mezz'ora, in 500 ml. di acqua distillata, indi essiccati a 150° fino a costanza di peso.

La perdita di peso (%) è data da:

$$(\text{peso iniziale} - \text{peso finale}) / \text{peso iniziale} \times 100$$

Il valore della perdita in peso non dovrà superare lo 0,25%

Prova di resistenza all'usura. La prova deve essere eseguita, a mezzo del tribometro di Amsler (materiale abrasivo carborundum), su provini delle dimensioni di 70x70 mm e dello spessore non inferiore a 7 - 8 mm.

Il tribometro deve essere conforme alle prescrizioni del R.D. 16.11.39 n° 2234, pubblicate nel supp. ord. alla G.U. n° 92 del 18.4.40, e quindi costituito essenzialmente da:

- un disco orizzontale di ghisa, rotante intorno al suo asse centrale verticale con velocità uniforme;
- una traversa diametrale orizzontale, per mezzo della quale vengono premuti sul disco due provini a una distanza tale dal centro del disco che la velocità relativa, rispetto al disco, risulti di 1 m. al minuto secondo;
- altra traversa orizzontale diametrale, ortogonale alla prima, portante sulle due estremità dispositivi che lasciano fluire sulla pista l'abrasivo;
- due coppie di spazzole, convenientemente disposte, che convogliano sotto i provini l'abrasivo che tende a sfuggire.

I provini, premuti contro il disco, ruotano a mezzo di speciali dispositivi meccanici, intorno al proprio asse centrale verticale, in ragione di un giro del provino ogni 50 giri del disco.

Come abrasivo, si usa graniglia di carborundum, umettata con olio minerale fluido (viscosità Engler compresa fra 5 e 7 a 50°C) Il carborundum deve avere una granulometria tale da passare allo staccio con larghezza netta di maglia non inferiore a 0,15 mm, né superiore a 0,20 mm. Il consumo di carborundum e di oli deve essere rispettivamente di 20 e 12 g il minuto primo. Sulla superficie dei provini deve gravare una pressione di 0,3 Kg/cm.

La prova viene normalmente eseguita con un percorso abrasivo di 600 m, corrispondente a una durata di dieci minuti primi.

L'indice di resistenza all'usura è dato dal rapporto fra il numero fisso 2,4, corrispondente all'abrasione media di un campione medio di granito di S. Fedelino, e l'altezza dello strato abraso del provino di gres, misurato con la precisione di 1/100 di mm.

L'indice di resistenza deve essere uguale o maggiore di 0,8 (media di tre determinazioni, da eseguire su tre diversi provini).

Prove sulla giunzione elastica prefabbricata. Tenuta idraulica: la giunzione deve essere stagna anche per una pressione interna o esterna di prova di 0,5 Kg/cm per la durata di 5 minuti primi.

Dissanamento: la giunzione consente disassamenti, senza che ne sia compromessa la tenuta idraulica, fino ai valori segnati in tabella:

sino al diam. 20 cm. 5 cm. per metro lineare

dal diam. 25 cm. al diam. 50 cm. 3 cm. per metro lineare

dal diam. 60 cm. al diam. 80 cm. 2 cm. per metro lineare

Resistenza al taglio: la tenuta idraulica della giunzione è garantita anche sotto uno sforzo di taglio di Kg. per ogni cm di diametro nominale

Stabilità agli agenti chimici: provini aventi \varnothing 16 mm e spessore 6 mm, se immersi per 7 giorni ad una temperatura di 20° + o - 2° in acido solforico diluito con ph 2, in soluzione di soda caustica con ph 12, devono presentare variazioni di volume inferiori al 6%.

Caratteristiche meccaniche: il materiale costituente la giunzione elastica presenta le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a trazione > o uguale a 20 Kg/cm²
- allungamento alla rottura > o uguale a 90%

- durezza 67 + o - 5 Shore A

Prova di schiacciamento e di tenuta - formazione dei lotti. Prima di eseguire queste prove la fornitura deve essere divisa in lotti di almeno 300 unità per un massimo di 5 lotti per ogni fornitura. Ogni lotto deve contenere tubi di uno stesso diametro. Ogni fornitura comprendente un numero di tubi dello stesso diametro minore di 300 unità costituisce un lotto.

Prelevamenti. I prezzi destinati alle prove di cui ai paragrafi d ed e devono essere prelevati a caso da ogni lotto oggetto della fornitura, in ragione di un campione per ogni lotto.

Accettazione della fornitura. Possono essere rifiutati i tubi, fondi fogna, raccordi e mattonelle che non soddisfano alle prescrizioni su caratteristiche geometriche, tolleranze ed aspetto esteriore.

Ripetizione delle prove. Qualora un pezzo non soddisfacente a una delle prove di cui ai paragrafi d ed e, la prova stessa deve essere ripetuta su un numero doppio di campioni prelevati dallo stesso lotto.

L'esito negativo di una di queste prove giustifica il rifiuto del lotto.

Marcatura. Su ogni tubo e raccordo devono essere impressi in maniera leggibile :

- il marchio di fabbrica;
- l'anno di fabbricazione;
- il diametro nominale.

7.2 Tubazioni in calcestruzzo armato

La fognatura di raccolta delle acque meteoriche è realizzata con tubazioni di lunghezza non inferiore a m. 2 prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, senza base piana d'appoggio, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo tipo DENSO CRET-BM, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio $\geq 0,5$ atmosfere. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco maschio del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni saranno armate con doppia gabbia rigida in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0,4% per tondini lisci, e di 0,25% per tondini ad aderenza migliorata. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nella Norma UNI E07.04.064.0 UNI EN 1916, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio costituita da letto di sabbia di cava dello spessore previsto in progetto, e con i rinfianchi e la ricopertura come da progetto, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq). L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa. La giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916 e quelle stabilite per le guarnizioni in gomma, dove la compressione ottimale della gomma è individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica, che dovrà invece discendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla qualità della gomma.

L'impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'Albo, e ad assumersi con lui, ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione

della larghezza dello scavo e delle modalità di rinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033.

Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001.2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le aziende produttrici dovranno dimostrare di aver eseguito forniture simili negli ultimi 3 anni per un importo minimo annuo di € 500.000,00, il tutto a garanzia dell'esperienza nell'eseguire tali forniture certificate. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art.2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dell'inquinamento compreso ogni altro onere per dare la lavorazione finita a regola d'arte. Il tutto come da specifiche tecniche allegate, che si intendono integralmente riportate.

Normative di Riferimento:

UNI E07.04.064.0

UNI EN 1916

Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre d'acciaio;

UNI EN 681

Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;

UNI 8981

Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo;

D.M. 12-12-85

Norme tecniche relative alle tubazioni;

Circolare LL.PP. 27291

Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;

D.M. 14-02-92

Norme tecniche per le opere in cemento armato normale e precompresso;

UNI 7517

Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;

DIN 4033

Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione.

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

Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria del tubo, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure che si intendono integralmente trascritte, e cui il Produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.

Di norma i tubi contemplati in progetto saranno prodotti mediante "vibrocompressione", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni. Lo stabilimento dovrà essere in grado di poter sformare i tubi solamente quando il conglomerato sarà in grado di sopportare senza alcuno "choc" le sollecitazioni derivanti dalla manipolazione, soprattutto per ciò che riguarda le fessurazioni, le sbeccature e l'ovalizzazione nelle zone nevralgiche degli innesti.

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc..

Cemento

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

Inerti

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

Acqua d'impasto

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

Nota: l'acqua potabile delle reti pubbliche è generalmente adatta al confezionamento del calcestruzzo.

Additivi d'impasto

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

Acciaio per armature

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

- Resistenza a snervamento $\geq 4.400 \text{ kg/cm}^2$
- Resistenza a rottura $\geq 7.200 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo elastico $\geq 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$

Guarnizioni di tenuta

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

La miscela della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.

Le guarnizioni di tenuta dovranno avere il profilo tipo DENSO CRET-BM in modo da poter garantire la tenuta idraulica perfetta.

Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

Calcestruzzo

Resistenza del calcestruzzo

Il calcestruzzo costituente le pareti dei tubi ed i profili di giunzione, deve essere compatto ed omogeneo. La resistenza caratteristica a compressione f_{ck} deve essere certificata sulla base di prove documentate. Il valore non deve essere comunque inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq).

In alternativa alla prova di compressione si possono sottoporre campioni carotati alla prova di trazione indiretta (prova Brasiliana): la resistenza caratteristica f_{ct} a trazione indiretta misurata sulla base di questa prova, non deve essere comunque inferiore a 2,7 Mpa.

Composizione del calcestruzzo

Nella composizione del calcestruzzo per il confezionamento dei tubi armati, il rapporto acqua/cemento non deve superare 0,45. Il contenuto di cemento non deve essere inferiore a 280 kg/m³.

Assorbimento d'acqua

Quando si effettua la prova in accordo con l'Appendice "F" della Norma Europea UNI EN 1916, l'assorbimento del calcestruzzo non deve superare il 6% della massa.

Tubi

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo con l'Appendice "G" della Norma Europea UNI EN 1916.

Finitura

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio. Sono ammesse screpolature all'interno dello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari causate dal ritiro o dalla temperatura con una larghezza superficiale non maggiore di 0,15 mm e, per tubi di calcestruzzo armato, fessurazioni residue causate dalle prove ed aventi la stessa larghezza superficiale limite. Prima di misurare le larghezze di eventuali fessurazioni, a discrezione del produttore è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28h.

Caratteristiche geometriche

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

Spessore

Lo spessore di parete misurato al cervello del tubo, (S_2), non deve risultare minore del 95% del valore riportato nella documentazione di fabbrica.

Lunghezza

I tubi oggetto del seguente progetto dovranno avere le seguenti lunghezze interne:

$L =$ mm

- Tubo armato senza base piana ed a bicchiere incorporato nello spessore 2.000

Le tolleranze ammissibili della lunghezza interna del corpo devono essere uguali a +50 mm /- 20 mm.

Armatura

Le armature devono soddisfare il punto 2.1.6 e la documentazione di fabbrica.

L'armatura dei tubi deve corrispondere alla opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa delle tubazioni.

Le gabbie di armatura, singole o doppie devono essere solamente di tipo rigido, di forma circolare, avvolte a spirale continua e stabilmente e convenientemente collegate. I tondini di acciaio, disposti lungo la circonferenza, e quelli disposti longitudinalmente, devono essere collegati mediante saldatura, in modo da rendere stabile la spaziatura e la forma della gabbia d'armatura. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. L'armatura disposta lungo la circonferenza, qualora si volesse maggiorare la sezione del filo, mantenendo la stessa superficie resistente, non deve superare l'intervallo regolare di 150 mm al massimo, su tutta la lunghezza del tubo. I tondini longitudinali devono essere posizionati e dimensionati in modo da mantenere la gabbia nella sua configurazione da progetto.

Per armature a doppia gabbia, l'area della sezione dell'armatura esterna, non deve essere inferiore al 60% dell'area della sezione dell'armatura interna. Con un'armatura costituita da una gabbia doppia, i ferri longitudinali devono essere disposti sfalsati fra loro.

Copriferro

Lo spessore minimo del copriferro, per l'armatura strutturale, deve essere in relazione alle condizioni di utilizzo, e comunque non inferiore a 20 mm.

Prestazioni tecniche

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

1. resistenza meccanica
2. impermeabilità

Resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica si devono eseguire in accordo con le Appendici "C" e "D" della Norma Europea UNI EN 1916.

Il tubo deve resistere ad un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata F_n , espresso in KN/m secondo il metodo e la classificazione riportata nella Norma Europea UNI EN 1916

Impermeabilità e tenuta

Le prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire in accordo con l'Appendice "E" della Norma Europea UNI EN 1916.

Quando sottoposto a prova, ogni elemento o assemblaggio del giunto non deve mostrare alcuna perdita o altri difetti visibili durante il periodo di prova; l'umidità sulla superficie non costituisce una perdita. Gli elementi con uno spessore di progetto della parete superiore a mm 125, non devono essere sottoposti a prova idrostatica. La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse dei tubi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 mt. di colonna d'acqua) per tutti i tubi. I tubi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita, così come descritto nelle modalità di prova riportate nella Norma Europea UNI EN 1916.

Marcatura. Ciascun elemento o, quando ciò non è possibile, ogni confezione di elementi, dovrà essere marcato in modo indelebile e chiaramente visibile. L'identificazione dell'elemento deve avvenire in modo da escludere qualsiasi dubbio.

La marcatura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del Produttore ed impianto di produzione;
- il numero della norma di riferimento (UNI EN 1916);
- data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;
- identificazione del tipo di tubo con la dicitura relativa al diametro (in mm), alla lunghezza (in mm)
- identificazione di qualsiasi organismo di certificazione di terza parte;
- identificazione della classe di resistenza, in accordo con l'Appendice "I" della norma UNI EN 1916;

- Identificazione della tipologia: U = calcestruzzo non armato;
A = calcestruzzo armato con tondini d'acciaio;
F = calcestruzzo armato con fibre d'acciaio;
- Marcatura CE, così come indicato nella Norma Europea EN 191.

7.3 Tubazioni e pezzi speciali in cloruro di polivinile (PVC)

I tubi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in cloruro di polivinile dovranno corrispondere alle norme UNI EN 1401.

La miscela impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà essere costituita da PVC con la sola aggiunta di fluidificanti, stabilizzanti, cariche inerti ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie atte a facilitare le operazioni di estrusione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione e sia durante la vita utile del manufatto.

Il materiale base costituente i tubi sarà perciò essenzialmente policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) con aggiunta di componenti conformi alla EN 1401, additivi e cariche, per facilitarne la fabbricazione. Il PVC contenuto non è meno del 80% in massa per la produzione di tubazioni; per determinare questa percentuale il metodo di prova è definito nella EN 1905.

Il materiale usato per la fabbricazione è PVC rigido che viene testato secondo il metodo di prova EN 921. I tubi oggetto della fornitura sono fabbricati secondo la classe di rigidità anulare (SN: Stiffness Nominal) determinata secondo UNI EN ISO 9969 che corrisponde al valore di Standard Dimensional Ratio (SDR):

SN 8 rigidità superiore a 8 KN/mq (SDR 34).

La guarnizione dovrà essere realizzata in conformità alla norma UNI EN 681/1 con materiale elastomerico per garantire nel tempo le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche.

Il sistema di giunzione a bicchiere sarà con guarnizione brevettata e dotato di un elastomero, preinserito in fase di produzione, costituito da una struttura a campana, di gomma flessibile con ghiera incorporata. La guarnizione a tenuta dovrà risultare inamovibile e bloccata nella sede del bicchiere, in quanto prodotto sulla conformazione geometrica dell'anello brevettato.

I materiali che costituiscono il tubo e la guarnizione, oggetto della fornitura devono essere sottoposte alle prove di controllo indicate nella norma EN 1401-1 nel Laboratorio aziendale della Ditta fornitrice, così come previsto nei Piani di controllo e Campionamento dello Stabilimento, nel rispetto delle normative sia della garanzia del Sistema Qualità UNI EN ISO 9002, sia dalla norma di prodotto, sia dai piani di controllo degli Enti terzi.

Le tubazioni dovranno presentare la superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti, conformi a quanto indicato nella EN 1401.

Ciascun tubo avrà la parte terminale smussata all'estremità del codolo, con un angolo di 15° rispetto all'asse del tubo, mentre nel bicchiere viene alloggiata e montata in fabbrica la guarnizione elastomerica per favorirne la messa in opera.

Le dimensioni delle tubazioni devono essere misurate e controllate in accordo con EN 496.

I tubi sono forniti con lunghezze commerciali determinati dalla lunghezza utile stabilita nel contratto di vendita più la lunghezza del bicchiere di giunzione. Immediatamente dopo la produzione l'ovalizzazione è minore od uguale a 0,024 DN.

e_{min} = Spessore di parete minimo

$e_{m, max}$ = Spessore di parete medio massimo

Lo spessore della parete è denominato con "e". Dovrà risultare conforme a quello indicato nella tabella 4 della norma EN 1401.

La marcatura è l'identificazione minima con cui vengono forniti i tubi. Dovrà essere conforme alla EN 1401 ed è effettuata in fabbrica in maniera continua ed indelebile, su almeno una generatrice esterna del tubo con lunghezze variabili, aventi intervalli massimi di 2 metri. La marcatura serve inoltre per la rintracciabilità del prodotto come richiesto dalla norma UNI EN ISO 9002.

L'omologazione delle tubazioni potrà essere svolta anche da Organismi che operano a livello europeo (francesi, tedeschi, austriaci...). Segue un elenco di elementi che dovranno necessariamente comparire nella marcatura minima:

- Numero della norma (EN 1401);
- Codice area di applicazione (U o UD);
- Nome del produttore e/o marca della fabbrica;
- Diametro Nominale;
- Spessore e/o SDR;
- PVC-U;
- Rigidità nominale;
- Data di produzione.

Il produttore all'atto della consegna dei materiali della fornitura dovrà allegare ai documenti di trasporto l'attestazione o dichiarazione di conformità delle tubazioni alle norme di prodotto e, su richiesta della committenza, dovrà anche presentare:

- copie del/i certificato/i relativi sia alle materie prime impiegate;
- esiti dei test di laboratorio in merito alle prescrizioni sopra esposte, o altre prestazioni aggiuntive in precedenza, concordate con la Direzione Lavori.

Movimentazione. Tutte le Operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi.

Trasporto. Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e Sporgenze eccessive, contatti con Corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; Se Si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, Siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo. Nel caricare i mezzi di trasporto, si adagieranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri. Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati

Carico e scarico. Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere ne. buttati, né fatti Strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o Scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito. I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piene prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversillii di legno, in modo che i bicchieri della fila Orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri Stessi devono essere Sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice). I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione. Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25° C, e' da evitare l'accatastamento di tubi impilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori. I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Letto di posa. Il fondo dello scavo (a), che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo (a) da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza. Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione. Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Rinterro. Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare Strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con lo stesso materiale utilizzato per la realizzazione dei rilevati o, in caso di ripristini stradali, con mista naturale di cava.

7.4 Posa in opera delle condotte

Movimentazione

- Particolare attenzione bisogna usare qualora si impieghino armature per lo scavo che saranno estratte solo dopo il tombamento dello scavo. In questo caso al riempimento degli scavi per la posa dei tubi, deve seguire il disarmo dell'armatura di rinforzo.
- Estrarre gradualmente l'armatura seguendo di pari passo il riempimento.
- In ogni caso l'impresa dovrà attenersi alle norme antinfortunistiche previste dalla legge e ritenute più idonee.
- Evitare che il tubo, durante le varie operazioni, possa essere sottoposto a vibrazioni, urti e colpi che lo possano danneggiare.
- Lo stoccaggio in cantiere, durante tutte le operazioni transitorie, deve essere fatto in modo che il tubo posi uniformemente. Una posa non corretta può generare sollecitazioni per flessioni longitudinali, a cui il tubo non deve essere sottoposto. In tali fasi potrebbero formarsi lesioni più o meno visibili, con pericolo di danneggiamento.
- Gli attrezzi impiegati per il varo degli elementi, devono consentire un buon sollevamento ed una discesa graduale, senza colpi, urti e prolungate sospensioni in mezzeria del tubo.

Posa in opera

- L'appoggio influisce in maniera apprezzabile sulla capacità portante di una condotta tubolare. Deve consentire, in pratica, una distribuzione uniforme delle reazioni. **Evitare che l'appoggio sia realizzato su linee o per punti.**
- I tubi dovranno essere posati su un letto di sabbia di cava, realizzato a scavo ultimato e accuratamente costipato, per dare un appoggio continuo alla tubazione.

Avvicinamento dei tubi

- Controllare l'integrità dei bicchieri prima della posa in trincea dei tubi.
- Controllare le tolleranze dei giunti in gomma a mezzo apposite modine o calibri.
- Non forzare, tra tubo e tubo, durante la formazione della continuità della condotta, ma usare gli attrezzi idonei e gli anelli in gomma di esatte dimensioni e spessori.
- Evitare che le guarnizioni si sporchino durante tutte le manovre di infillaggio.

Rinterro

- Bisogna ridurre più possibile i tempi tra l'operazione di scavo e rinterro, in modo che possano essere evitati scoscendimenti, alterazioni fisico-chimiche, corrosioni da parte di acque meteoriche, disturbo del terreno sede della condotta dalle sue condizioni di naturale equilibrio e delle acque sotterranee, danneggiamenti del letto di posa e del terreno di rinfianco e di primo rinterro.

L'operazione di rinterro dovrà essere eseguita in tre fasi distinte.

Rinfianco: s'intende l'operazione di riempimento dalla base fino all'altezza prevista in progetto, sopra il vertice del tubo, da realizzare con sabbia di cava priva di particelle grosse, che dovrà essere costipato con molta cura, con attrezzi leggeri e contemporaneamente da ambo i lati della condotta (in modo da evitare spostamenti dell'asse degli elementi). Il costipamento andrà eseguito a strati non superiori a cm. 20.

Riempimento: dovrà essere eseguito con i materiali specificati nelle tavole di progetto. Esso dovrà essere fatto sempre a strati di spessore limitato (25 cm.) e costipato prima di procedere alla stesura di un ulteriore strato sovrastante; le apparecchiature dovranno essere scelte in stretta dipendenza al materiale impiegato e tali da ottenere un buon costipamento, senza che vi sia possibilità di danneggiamento della condotta, tenendo, in altre parole, in debito conto delle sollecitazioni dinamiche che sono trasmesse al tubo, (evitare di transitare sopra i tubi, durante la fase di riempimento, con mezzi pesanti).

Sistemazione dello strato superficiale di finitura (stabilizzato di cava, tout-venant e tappeto di usura): dovrà essere ben cilindrato e rullato, in modo da consentire in seguito una sicura ed agevole circolazione.

7.5 Pozzetti di ispezione e caditoie stradali

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- regolarizzazione piano di posa e posa;
- conglobamento delle tubazioni interessate dal pozzetto, sigillature con malta di cemento;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio;
- fornitura e posa di chiusino/caditoia stradale come da progetto, completo di telaio, secondo normativa UNI EN 124 come da progetto, rinterro e trasporto alla discarica del materiale eccedente.

7.6 Camerette acque bianche

Le camerette saranno costituite da soletta di fondo prefabbricata e da elementi prefabbricati di varie altezze con spessore minimo delle pareti di cm. 15, con aperture già predisposte con apposite impronte ad incastro del diametro opportuno. Gli elementi prefabbricati avranno forma quadrata o rettangolare, aventi le dimensioni interne previste in progetto. Le camerette saranno realizzate

secondo i disegni di progetto e dovranno essere approntate con la massima cura per ottenere il risultato voluto per quanto riguarda l'aspetto, mentre dovrà essere garantita la tenuta idraulica, la resistenza ai carichi esterni, la funzionalità e, per le camerette ubicate in aree a verde, la reperibilità e la resistenza agli eventuali urti dei mezzi di lavoro degli addetti alla manutenzione del verde.

La soletta di copertura sarà predisposta per la messa in opera di un chiusino a telaio circolare, in ghisa sferoidale e passo d'uomo del diametro di cm. 60, e sarà adatta a sopportare i carichi stradali attesi.

I chiusini saranno tipo REXEL, in ghisa sferoidale a norma UNI 1083, con resistenza a rottura superiore a 400 kN (40 t) conforme alla norma UNI EN 124, classe D 400, e facilmente apribili in ogni momento per le necessarie visite di manutenzione. Saranno rivestiti con vernice bituminosa ed avranno il telaio non inferiore a 850 mm e altezza non inferiore a 100 mm, con passo d'uomo di 600 mm, fori ed aste di fissaggio e muniti di guarnizione anti rumore in polietilene verde, coperchio circolare articolato con apertura a 130° e chiusura automatica ad incastro elastico su semplice pressione del piede. Il controtelaio del chiusino dovrà essere robustamente zancato alla sottostante struttura in modo che il traffico non possa in alcun modo disancorarlo.

L'interconnessione tra i collettori e la cameretta deve essere tale da consentire i prevedibili movimenti per assestamenti differenziali senza provocare rotture o infiltrazioni di liquame. Fatto salvo quanto previsto in progetto, la tecnica più adatta sarà valutata dalla D.L. in base alle caratteristiche del terreno di fondazione su proposta dell'Appaltatore, che sarà comunque sempre responsabile del risultato.

Dopo lo scavo, sarà realizzato un basamento in calcestruzzo magro avente le caratteristiche e le dimensioni previste in progetto.

All'interno della cameretta saranno realizzate le banchine e una sella di raccordo delle tubazioni, da rivestire con mattonelle o fondelli di gres, avente le dimensioni e le caratteristiche previste negli elaborati di progetto.

Saranno posti in opera gradini di discesa del diametro di 27 mm e ampiezza mm 300 circa, in acciaio con rivestimento completo di polietilene, a totale protezione contro la corrosione, con superficie in rilievo anti scivolo, tipo SCHLUSSELBAUER, completi di fori di fissaggio sulle pareti della cameretta e successiva sigillatura.

7.7 Camerette acque nere

Le camerette saranno costituite da soletta di fondo prefabbricata e da elementi prefabbricati di varie altezze, compreso cono di riduzione fino al diametro di circa cm 60, con spessore minimo delle pareti di cm. 15, con 2 fori in linea o in curva, complete di cunetta (1/2 del diametro della tubazione). Gli elementi prefabbricati avranno forma circolare, aventi le dimensioni interne previste in progetto. Le camerette saranno realizzate secondo i disegni di progetto e dovranno essere approntate con la massima cura per ottenere il risultato voluto per quanto riguarda l'aspetto, mentre dovrà essere garantita la tenuta idraulica, la resistenza ai carichi esterni, la funzionalità e, per le camerette ubicate in aree a verde, la reperibilità e la resistenza agli eventuali urti dei mezzi di lavoro degli addetti alla manutenzione del verde.

La soletta di copertura sarà predisposta per la messa in opera di un chiusino a telaio circolare, in ghisa sferoidale e passo d'uomo del diametro di cm. 60, e sarà adatta a sopportare i carichi stradali attesi.

I chiusini saranno tipo REXEL, in ghisa sferoidale a norma UNI 1083, con resistenza a rottura superiore a 400 kN (40 t) conforme alla norma UNI EN 124, classe D 400, e facilmente apribili in ogni momento per le necessarie visite di manutenzione. Saranno rivestiti con vernice bituminosa ed avranno il telaio non inferiore a 850 mm e altezza non inferiore a 100 mm, con passo d'uomo di 600 mm, fori ed aste di fissaggio e muniti di guarnizione anti rumore in polietilene verde, coperchio circolare articolato con apertura a 130° e chiusura automatica ad incastro elastico su semplice pressione del piede. Il controtelaio del chiusino dovrà essere robustamente zancato alla sottostante struttura in modo che il traffico non possa in alcun modo disancorarlo.

L'interconnessione tra i collettori e la cameretta deve essere tale da consentire i prevedibili movimenti per assestamenti differenziali senza provocare rotture o infiltrazioni di liquame. Fatto salvo quanto previsto in progetto, la tecnica più adatta sarà valutata dalla D.L. in base alle caratteristiche del terreno di fondazione su proposta dell'Appaltatore, che sarà comunque sempre responsabile del risultato.

Dopo lo scavo, sarà realizzato un basamento in calcestruzzo magro avente le caratteristiche e le dimensioni previste in progetto.

All'interno della cameretta saranno posti in opera gradini di discesa del diametro di 27 mm e ampiezza mm 300 circa, in acciaio con rivestimento completo di polietilene, a totale protezione contro la corrosione, con superficie in rilievo anti scivolo, tipo SCHLUSSELBAUER, completi di fori di fissaggio sulle pareti della cameretta e successiva sigillatura.

Internamente, le camerette saranno rivestite in malta polimerica.

7.8 Collaudo della fognatura

Il collaudo delle fognature verrà effettuato a cura di **AMIACQUE SRL**, Ente gestore dell'impianto per il Comune di Siziano.

Articolo 8

Condotte in Pead

8.1 Movimentazione

Trasporto. Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli Opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Carico e scarico. Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

Accatastamento. Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro. Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari. Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Raccordi ed accessori. Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammicchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

8.2 Posa in opera e rinterro

Profondità di posa. La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dal Direttore dei lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta. Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo. In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno. In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

Letto di posa. Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di sabbia rossa, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Il riempimento successivo dello scavo sarà realizzato con sabbia rossa nelle zone di nuova urbanizzazione e con ghiaia mista naturale di cava in caso di ripristini stradali.

Posa della tubazione. L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse. I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei. Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi. Il Direttore dei lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

Rinterro. Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15+20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso da collegare.

Articolo 9

Cabina di trasformazione dell'energia elettrica

9.1 Strutture portante

(vedi art. 4 Opere in c.a.)

Gli aspetti prestazionali e tecnologici delle strutture sono strettamente connessi ai contenuti tipologici e configurativi espressi nelle scelte progettuali, a loro volta rapportabili sia al principio statico, che è alla base di ogni singolo tipo strutturale, sia ai procedimenti costruttivi adottati.

Caratteristiche e requisiti essenziali. Per il sistema strutturale nel suo insieme valgono le seguenti indicazioni schematiche:

- a. la resistenza meccanica deve garantire stabilità e resistenza alle azioni dovute ai carichi, sia statici che dinamici;
- b. il comportamento al fuoco degli elementi strutturali, che possono assolvere anche alla funzione di compartimentazione, deve essere adeguato ai valori fissati dal D.M. 26.08.1992;
- c. la resistenza ai fenomeni di degrado fisico, chimico e biologico è garantita dalla scelta di opportuni conglomerati, idonei a contrastare l'aggressività dell'ambiente esterno, e dalla corretta esecuzione dell'impasto e del getto. Una particolare attenzione va posta allo spessore ed alla esecuzione del copriferro che deve essere il più possibile compatto ed omogeneo al fine di evitare fenomeni di fessurazione e ossidazione delle armature metalliche meno protette ed anche più esposte in caso di incendio;
- d. in corrispondenza di elementi strutturali incorporati in pareti perimetrali, in solette di copertura, in travi perimetrali, per i quali il potere isolante può risultare minore rispetto agli elementi o parti costruttive adiacenti, si possono manifestare bruschi cambiamenti di temperatura con condensazione superficiale del vapore acqueo; in tali punti occorre prevedere un rivestimento coibente che renda omogenea la capacità isolante dell'insieme;
- e. l'integrazione impiantistica, per quanto possibile, va predisposta a monte con una forometria compatibile con il tipo e la disposizione dell'orditura strutturale rinforzando i bordi delle asole tramite cordoli armati.

9.2 Pareti perimetrali

Malte per murature. L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte e' consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà' certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

Criteri generali per l'esecuzione. Nelle costruzioni delle murature verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori affinché non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connesure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Quando la muratura deve eseguirsi con paramento a vista si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connesure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un'opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

9.3 Pavimento

Caratteristiche e requisiti essenziali. Ai fini dell'accettazione e del controllo di qualità valgono in generale le seguenti indicazioni schematiche:

- a. le proprietà chimico-fisiche, risultanti da prove di laboratorio, devono presentare, in relazione alla destinazione d'uso, adeguate garanzie di resistenza all'usura meccanica (abrasioni, incisioni, ecc.), basso assorbimento di acqua, elevato grado antipolvere, coefficiente di attrito idoneo per superfici antisdrucchiolo, caratteristiche di pulibilità conformi a esigenze di igiene;
- b. il rivestimento essendo a contatto diretto con i fruitori dell'organismo edilizio, oltre ai requisiti fisico-tecnici deve assolvere anche a quelli di fruibilità adeguati all'uso degli ambienti;
- c. la superficie finale deve risultare perfettamente piana con tolleranze che variano secondo il tipo di rivestimento e la destinazione d'uso.

9.4 Intonaco rustico interno

La buona riuscita di un intonaco dipende in gran parte, oltre che dalle scelte dei materiali componenti e dal tipo di stratificazione, dalla sua corretta posa in opera, per la quale è necessario rispettare le cosiddette regole dell'arte.

Caratteristiche e requisiti essenziali. Ai fini dell'accettazione e del controllo di qualità valgono in generale le seguenti indicazioni schematiche:

- a. prima della stesura dell'intonaco devono essere effettuati tutti i controlli per accertare l'esistenza

- di eventuali danneggiamenti corticali delle strutture e dei supporti;
- b. i tratti più soggetti a urti di qualsiasi natura vanno rinforzati con l'introduzione nello spessore di reti di armatura;
 - c. i punti più delicati, ad es. spigoli vivi, vanno protetti con profili metallici annegati a filo intonaco;
 - d. prima di eseguire l'applicazione dell'intonaco va accertato che il supporto abbia terminato il proprio assestamento, che risulti pressoché indeformabile e sia privo di qualsiasi fenomeno di umidità ascendente o discendente;
 - e. la muratura da intonacare deve essere bagnata abbondantemente, in particolar modo nel periodo estivo, per evitare che la malta costituente l'intonaco venga impoverita della propria acqua di impasto e per fare uscire l'aria racchiusa negli interstizi e nelle microfessurazioni del supporto;
 - f. la superficie del supporto deve essere omogeneamente ruvida per permettere un'efficace aderenza dell'intonaco;
 - g. le superfici troppo lisce vanno preventivamente trattate con uno spruzzo di malta cementizia grassa e molto fluida;
 - h. sulle superfici caratterizzate dalla compresenza di materiali diversi (muratura ed elementi di strutture in c.a.) è indispensabile applicare in corrispondenza delle soluzioni di disomogeneità, una rete di armatura in poliestere o fibra di vetro;
 - i. accertate la verticalità e la planarità del supporto, per il controllo della regolarità geometrica del rivestimento vale la seguente specificazione di prestazione:
 - planarità locale (scarto rispetto al piano teorico): < 4 mm; verifica attraverso il regolo di un metro applicato in tutti i sensi della parete;
 - verticalità (scarto dal filo a piombo per piano o altezza di vano): < 5 mm; verifica mediante filo a piombo;
 - rettilineità degli spigoli e dei giunti (scarto rispetto alla linea media per piano o per altezza di piano): < 5 mm.

Articolo 10

Cavidotti dei sottoservizi

Tube corrugato per cavidotto in polietilene, conforme alle norme UNI 50086/CEI 23-46 doppio strato. I tubi dovranno avere struttura omogenea e dovranno essere privi di bolle, fenditure o difetti simili.

Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate ortogonalmente agli assi.

Il materiale dovrà essere fornito negli imballi originali attestanti qualità e caratteristiche del contenuto, che dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori prima del loro impiego.

Le misure per la verifica delle dimensioni dei tubi e delle aperture e le prove di resistenza meccanica devono essere eseguite secondo le modalità delle norme DIN 1187, che si intendono integralmente trascritte.

Nella prova di resistenza all'urto, al massimo il 5 % dei campioni potranno risultare frantumati o parzialmente frantumati per l'intera lunghezza.

Nella prova di resistenza a flessione, i campioni non devono cedere o frantumarsi.

Nella prova di resistenza a deformazione, il diametro esterno dei tubi non può modificarsi più del 12%.

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliafasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni flessibili a doppio strato corrugato esternamente e liscio internamente in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di progetto, per il passaggio dei cavi di energia;

- formazione del sottofondo di sabbia rossa;
- rinfianco e ricopertura con sabbia rossa, rinterro con sabbia rossa o mista naturale di cava (quest'ultima nei ripristini stradali).

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

Articolo 11

Opere a verde

11.1 Terreno agrario di riporto

L'Appaltatore dopo essersi accertato della qualità del terreno da riportare dovrà comunicare preventivamente alla Direzione Lavori il luogo esatto in cui intende prelevare il terreno agrario per il cantiere, per poterne permettere un controllo da parte della Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di prelevare dei campioni da sottoporre ad analisi. Tale approvazione non impedirà successive verifiche da parte della Direzione Lavori sul materiale effettivamente portato in cantiere. Le analisi del terreno dovranno essere eseguite secondo i metodi ed i parametri normalizzati di prelievo e di analisi pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S..

Il terreno, se non diversamente specificato in progetto o dalla Direzione Lavori, dovrà essere per composizione e granulometria classificato come "terra fine", con rapporto argilla/limo/sabbia definito di "medio impasto" ed avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto di scheletro (particelle con diametro superiore a 2 mm) assente o comunque inferiore al 10 % (in volume)
- pH compreso tra 6 e 7,8
- Sostanza organica non inferiore al 2% (in peso secco)
- Calcare totale inferiore al 5%
- Azoto totale non inferiore al 0,1%
- Capacità di Scambio Cationico (CSC) > 10 meq/ 100 g
- Fosforo assimilabile > 30 ppm
- Potassio assimilabile > 2% dalla CSC o comunque > 100 ppm
- Conducibilità idraulica > 0,5 cm x ora
- Conducibilità Ece < 2 mS x cm⁻¹
- Rapporto C/N compreso fra 8 e 15
- Contenuto di metalli pesati inferiore ai valori limite ammessi dalla CEE
- Ridotta presenza di sementi, rizomi di erbe infestanti

Il terreno dovrà contenere gli elementi minerali (macro e micro elementi), essenziali per la vita delle piante, in giusta proporzione.

Nel caso di terreni con valori che si discostano da quelli indicati, spetterà alla Direzione Lavori accettarli imponendo, se necessario, interventi con concimi o con correttivi per bilanciarne i valori, tali interventi non saranno in alcun modo ricompensati all'Appaltatore. Questi ultimi dovranno rispettare le

caratteristiche prescritte dalla L. del 19 ottobre 1984, n. 748 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti".

La terra di coltivo da utilizzare nel riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria il più possibile vicino al cantiere e prelevata entro i primi 35 cm dalla superficie, l'Appaltatore è tenuto a rimuovere l'eventuale vegetazione presente (manto erboso, foglie, ecc...) per i primi 3-5 cm.

In linea generale il terreno di riporto non deve essere disforme dal terreno agricolo dell'area di intervento, tranne dove venga specificatamente indicato dal progetto, deve rispettare i parametri sopraindicati ed avere una giusta quantità di microrganismi, comunque dovrà essere completamente esente da materiale inquinante (oli, benzine, ecc...), da sostanze nocive (sali minerali o altro), da inerti (pietre, plastica, ferro, vetro, radici, residui vegetali, ecc...) e da agenti patogeni.

11.2 Trasporto del materiale vegetale

Come trasporto si intende lo spostamento delle piante dal luogo di produzione al cantiere e al posizionamento nella dimora definitiva. In considerazione del fatto che si movimentano piante vive, andranno adottate tutte le precauzioni necessarie durante il carico, il trasporto e lo scarico per evitare stress o danni alle piante. L'Appaltatore dovrà vigilare che lo spostamento avvenga nel miglior modo possibile, assicurandosi che il carico e scarico come il trasferimento sia eseguito con mezzi, protezioni e modalità idonee al fine di non danneggiare le piante, facendo particolare attenzione che i rami, la corteccia non subiscano danni o che le zolle non si frantumino, crepino o si secchino.

L'estrazione delle piante dal vivaio dovrà essere fatta con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondarie con le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale, evitando di ferire le piante.

Nei casi in cui si debbano sollevare alberi tramite cinghie (di materiale resistente al carico da sollevare, con larghezza di 30 – 50 cm), queste dovranno agganciare la zolla, se necessario anche il fusto (in casi in cui la chioma sia molto pesante o il fusto eccessivamente lungo), in questo caso, a protezione della corteccia del tronco, fra la cinghia e il fusto andranno interposte delle fasce di canapa o degli stracci per evitare l'abrasione. La chioma dovrà appoggiare, per evitare l'auto schiacciamento, su cavalletti ben fissati al veicolo. Occorre prestare attenzione a non provocare colpi o vibrazioni forti all'imbracatura. In casi eccezionali, previa approvazione della Direzione Lavori, gli esemplari potranno essere sollevati tramite perni infissi nel tronco o passanti da parte a parte.

Nel caso di trasporto di piante di grandi dimensioni in cui non sia possibile coprirle con telo, il fusto, le branche primarie e secondarie andranno avvolte con juta per evitare l'evapotraspirazione e l'ustione, mentre la zolla dovrà essere protetta dalle radiazioni solari con un telo scuro.

Le piante che subiscono il trasporto dovranno mantenere un adeguato tenore di umidità, onde evitare disidratazione o eccessiva umidità che favorisce lo sviluppo di patogeni.

Si dovrà prestare attenzione nel caricamento su mezzi di trasporto, mettendo vicino le piante della stessa specie e dimensione, in basso quelle più resistenti ed in alto quelle più delicate. Le piante non dovranno essere sollevate per la chioma ma per il loro contenitore o zolla. Prima della rimozione dal vivaio e durante tutte le fasi di trasporto e messa a dimora, i rami delle piante dovranno essere legati per proteggerli durante le manipolazioni. Le legature andranno fatte con nastro di colore ben visibile.

Per gli arbusti o piccoli alberi, si auspica l'uso di reti tubolari in plastica che dovranno avvolgere interamente tutta la pianta. L'Appaltatore potrà raccogliere le piante all'interno di cassette, cassoni o altro contenitore idoneo per il migliore e più agevole carico, scarico e trasporto del materiale. Nel caso si vogliano sovrapporre le cassette, quelle inferiori devono avere un'altezza superiore alle piante che contengono per evitare lo schiacciamento.

Per evitare il disseccamento o la rottura di rami o radici da parte del vento e delle radiazioni solari, o la bagnatura delle piante tutti i mezzi di trasporto dovranno essere coperti da teli o essere camion chiusi coibentati o con cella frigorifera, si dovrà evitare che la temperatura all'interno del mezzo oltrepassi i 28°C o scenda sotto i 2°C (temperature minime superiori sono richieste nel caso di trasporto di piante sensibili al freddo). Si auspica l'uso di veicoli muniti di pianali per evitare l'eccessiva sovrapposizione delle piante che si potrebbero danneggiare.

Si dovrà fare in modo che il tempo intercorrente dal prelievo in vivaio alla messa a dimora definitiva sia il minore possibile e che le piante giungano in cantiere alla mattina, per avere il tempo di metterle a dimora o di sistemarle in un vivaio provvisorio, preparato precedentemente in cantiere.

L'accatastamento in cantiere non può durare più di 48 ore, poi è necessario vengano posizionate in un vivaio provvisorio posto in un luogo ombroso, riparato dal vento, dal ristagno d'acqua, con i pani di terra l'uno contro l'altro, bagnati e coperti con sabbia, segatura, pula di riso o paglia, avendo estrema cura che il materiale vegetale non venga danneggiato.

L'Appaltatore si dovrà assicurare che le zolle o le radici delle piante non subiscano ustioni e che mantengano un adeguato e costante tenore di umidità. Per le conifere e tutte le piante in vegetazione andranno sciolte le legature dei rami, per evitare danni alla chioma, per poi essere nuovamente legate, come indicato precedentemente, quando l'Appaltatore è pronto per la messa a dimora definitiva.

11.3 Alberi

Le dimensioni degli alberi dovranno essere misurate come indicato di seguito:

- circonferenza del fusto:
misurata a 100 cm di altezza oltre il colletto;
- altezza dell'albero:
distanza tra il colletto e l'apice della pianta;
- altezza di impalcatura:
distanza intercorrente tra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso. Per gli alberi richiesti impalcati, l'altezza di impalcatura dovrà essere di 1,80 – 2 m, per gli alberi che andranno a costituire viali, dovranno avere un'altezza di impalcatura di almeno 2,5 m.
- diametro della chioma:
diametro rilevato alla prima impalcatura per le conifere e a due terzi dell'altezza per gli altri alberi, dovrà essere proporzionata al diametro del tronco.

Gli alberi devono essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (alberature stradali, macchie, esemplari isolati, ecc...).

Il fusto dovrà essere dritto ed assurgente. Le piante dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi natura, grosse cicatrici, o segni conseguenti a urti, grandine, legature, ustioni da sole, gelo o altro tipo di scortecciamento.

La chioma dovrà essere a forma libera, correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa. Gli alberi dovranno presentare una "freccia" centrale, sana e vitale, fatta eccezione per le varietà pendule o con forma globosa, salvo quanto diversamente specificato nel progetto o richiesto dalla Direzione Lavori.

Nel caso siano richieste piante ramificate dalla base, queste dovranno presentare un fusto centrale dritto, con ramificazioni inserite a partire dal colletto. Tali ramificazioni dovranno essere inserite uniformemente sul fusto in tutta la sua circonferenza e altezza.

Nel caso in cui siano richieste piante a più fusti, questi dovranno essere almeno tre ed equivalenti come diametro, distribuiti in maniera equilibrata.

Le piante devono avere subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni e da almeno uno) in base alle seguenti indicazioni: specie a foglia caduca, fino alla circonferenza di 12-15 cm almeno un trapianto, fino a 20-25 cm almeno due trapianti, fino a 30-35 cm almeno tre trapianti; sempreverdi: fino all'altezza di 2-2,5 m almeno un trapianto, fino a 3-3,5 m almeno due trapianti, fino a 5 m almeno 3 trapianti.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli con diametro superiore a 1 cm.

Gli alberi dovranno essere forniti in contenitore o in zolla a seconda delle disposizioni progettuali, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

Per le piante in zolla, questa dovrà avere le seguenti dimensioni: diametro pari a dieci volte quello del tronco, misurato a 100 cm dal colletto, con un'altezza della zolla di almeno 4/5 del suo diametro. Per

quanto riguarda le conifere, la zolla dovrà avere diametro pari al 15% dell'altezza totale della pianta e altezza pari a 3/4 del diametro della zolla.

Se il progetto richiede piante in zolla e l'Appaltatore per suo interesse dispone di piante in contenitore, queste potranno essere accettate dalla Direzione Lavori purché abbiano le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi, senza però aver diritto ad alcun maggior compenso.

Nel caso vengano richieste dal progetto piante forestali, queste devono provenire da produzioni specializzate poste nelle vicinanze dell'area di impianto, realizzate con seme di provenienza locale, con un minimo di 3 anni di età, essere ben conformate, avere subito almeno un trapianto, essere poste in contenitori per le conifere, a radice nuda o contenitore per le caducifoglie.

Per "esemplari" si intendono quegli alberi di grandi dimensioni, in relazione alla specie di appartenenza, che presentino un particolare valore ornamentale. Dovranno essere stati allevati isolatamente per questo scopo. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di sceglierle in vivaio a suo insindacabile giudizio. Queste piante dovranno avere subito regolari trapianti in base al numero di anni di età (almeno un trapianto ogni 4 anni di età), oltre al rispetto dei parametri sopraccitati.

11.4 Arbusti e cespugli

Gli arbusti devono essere ramificati a partire dal colletto, con non meno di tre ramificazioni ed avere altezza proporzionale al diametro della chioma.

Gli arbusti e i cespugli se di specie autoctona devono provenire da produzioni specializzate derivante da materiale autoctono.

La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla a seconda delle indicazioni, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, proporzionato alle dimensioni della pianta, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, fresche, sane e prive di tagli con diametro superiore a 1 cm. Negli arbusti e cespugli forniti in zolla o in contenitore, il terreno che circonda le radici dovrà essere compatto, ben aderente alle radici, di buona qualità, senza crepe.

Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro degradabile (juta, reti di ferro non zincate, ecc...).

Le misure riportate nelle specifiche di progetto si riferiscono all'altezza della pianta non comprensiva del contenitore.

11.5 Lavorazioni del suolo

Le lavorazioni dovranno essere fatte in periodi idonei, quando il suolo si trova in "tempera", evitando di danneggiare la struttura o di creare una suola di lavorazione.

L'Appaltatore si dovrà munire di mezzi meccanici ed attrezzature specifiche e delle dimensioni adeguate al tipo di intervento da eseguire, riducendo al minimo il peso della trattrice, in relazione allo sforzo da compiere, per evitare costipamenti del suolo.

□ . Lavorazioni del substrato pedogenetico per la messa a dimora di piante arboree:

Nel caso di superfici alberate, l'Appaltatore dovrà procedere con una lavorazione profonda che non rivolti il terreno, tramite ripuntatore a denti oscillanti o altri attrezzi analoghi fino ad una profondità di 70-75 cm da eseguire in maniera incrociata.

Nel caso di filari o gruppi di piante arboree, le lavorazioni dovranno spingersi fino a 2 – 2,5 m dalla pianta più esterna in tutte le direzioni.

□ . Lavorazioni del substrato pedogenetico per la messa a dimora di tutte le piante incluso il prato:

Prima di procedere alle lavorazioni si dovrà eseguire una concimazione di fondo ed un eventuale correzione del suolo. La quantità e la qualità di concimi da impiegare, se non indicate in progetto, saranno stabilite dalla Direzione Lavori di volta in volta, in relazione all'analisi del suolo, al tipo di impianto, alla stagione vegetativa, ecc...

Dopo la concimazione si dovrà procedere con una aratura alla pari (se non diversamente richiesto dalla Direzione Lavori, per facilitare il drenaggio) ad una profondità di 30 – 35 cm (25 – 30 cm per il solo prato). Nell'ipotesi che non vi sia spazio per procedere all'aratura, la si potrà sostituire con una vangatura meccanica da eseguirsi alla stessa profondità.

Seguirà un estirpatura incrociata.

Se la tempistica del cantiere lo permette il terreno dovrà essere lasciato esposto agli agenti atmosferici che migliorano la struttura.

Al termine di queste operazioni si dovrà provvedere alla posa di tutti gli impianti sotterranei (cavidotti per l'illuminazione, tubi per l'irrigazione con i relativi pozzetti, tubi per il drenaggio, ecc...) e alle rifiniture superficiali (scavo di fossi, rifiniture di scarpate, ecc...).

Successivamente si dovrà procedere tramite erpice o zappatrice a passaggi incrociati ad una profondità di 10 – 15 cm per ottenere un letto di semina, o impianto uniforme con caratteristiche glomerulari idonee, senza provocarne la polverizzazione del terreno.

Nel caso si debba intervenire in giaciture fortemente declive e soggette ad erosione con manto erboso esistente, si potranno utilizzare pseudo-aratri, dall'inglese, paraplow, che incidono superficialmente il terreno sollevandolo senza spostarlo, oppure si individueranno, in base alle indicazioni della Direzione Lavori, tecniche di lavorazione idonee al caso.

Dove le macchine non possano lavorare a causa della conformazione dell'area di intervento (ridotte dimensioni, eccessiva pendenza, presenza di vegetazione esistente o di manufatti, ecc...) si dovrà procedere con lavorazioni manuali. La lavorazione manuale consisterà in una vangatura, alla profondità di almeno 20-25 cm, con successivo affinamento del terreno, per predisporlo alla piantagione o alla semina.

Si dovrà procedere a rimuovere i materiali, eventualmente emersi durante le varie fasi delle lavorazioni.

In tutte le lavorazioni si dovrà prestare particolare attenzione a non provocare danni alla vegetazione, sia alla parte epigea che ipogea, come anche a tutte le infrastrutture.

La Direzione Lavori provvederà ad approvare le lavorazioni effettuate prima di procedere con le successive operazioni.

Nel caso dovesse trascorrere del tempo tra la fine delle lavorazioni e gli interventi di piantagione o di semina del prato, l'Appaltatore dovrà intervenire periodicamente (ogni 4 settimane circa) con mezzi meccanici o manuali per rimuovere le malerbe nate nel frattempo.

11.6 Tracciamenti e picchettamento per le opere a verde

Al termine delle lavorazioni del terreno, l'Appaltatore dovrà picchettare le aree di impianto, sulla base del progetto e delle indicazioni della Direzione Lavori, segnando accuratamente la posizione dove andranno messe a dimora i singoli alberi e arbusti isolati e il perimetro delle piantagioni omogenee, macchie di arbusti, erbacee, prati, l'allineamento e lo sviluppo delle siepi.

Ogni picchetto dovrà essere numerato, con associazione degli esemplari ai picchetti, ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e a spesa dell'Appaltatore.

La tolleranza consentita per la messa a dimora di alberi o arbusti isolati o a piccoli gruppi è di 20 – 30 cm, rispetto alla posizione riportata in progetto e di 10 – 15 cm per le piante messe in filare o in piantumazioni con sesto regolare.

La tolleranza ammessa nella picchettatura di aree arbustive, boscate o superfici a prato, rispetto alle indicazioni progettuali è del 5% fino ad aree di 100 m² e del 2% su superfici maggiori.

Al termine della fase di picchettamento, l'Appaltatore deve ricevere l'approvazione della Direzione Lavori, ove richiesto apportare le modifiche volute, prima di procedere con le operazioni successive.

Si devono rispettare le disposizioni del codice civile agli art. 892 "Distanze per gli alberi", art. 893 "Alberi presso strade, canali e sul confine di boschi", art. 895 "Divieto di ripiantare alberi a distanze non legali" e le disposizioni del DL n. 285 del 30/04/1992 "Nuovo Codice della Strada" agli articoli 16,

17, 18 e 19 "Fasce di rispetto nelle strade ed aree di visibilità", occorre inoltre tenere presente gli usi e le consuetudini locali.

Rispettare le disposizioni dell'art. 26 DPR n. 495 del 16/12/1992 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada", rispetto ai tracciati ferroviari, art. 52 del DPR n. 753 del 17/07/1980.

Il rispetto del Regolamento del Consorzio di Bonifica, la Normativa di Polizia Idraulica.

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà aver rimosso tutti i picchetti o gli elementi serviti per i tracciamenti. L'onere dei tracciamenti è incluso nel prezzo delle piante.

11.7 Messa a dimora delle piante

L'epoca per la messa a dimora delle piante, viene stabilita nel cronoprogramma facente parte del progetto o dalla Direzione Lavori. In generale, deve corrispondere al periodo di riposo vegetativo, dalla fine dall'autunno all'inizio della primavera, comunque deve essere stabilita in base alle specie vegetali impiegate, ai fattori climatici locali alle condizioni di umidità del terreno; sono da evitare i periodi di gelo. Per le conifere si preferisce l'inizio dell'autunno, per le altre sempreverdi la primavera.

Le piante fornite in contenitore si possono posare in qualsiasi periodo dell'anno, escludendo i mesi più caldi, in questo caso occorre prevedere le necessarie irrigazioni ed ombreggiamenti.

Le piante fornite in zolla o radice nuda andranno messe a dimora esclusivamente nel periodo di riposo vegetativo. Alcune specie sempreverdi si possono piantare anche nella fase di riposo vegetativo estivo.

Qualche giorno prima della messa a dimora degli alberi, l'Appaltatore dovrà preparare le buche che dovranno essere almeno 1,5 volte le dimensioni del pane di terra da contenere.

Nel caso di esemplari isolati o in condizioni in cui non sia stato possibile procedere alla ripuntatura, l'Appaltatore dovrà preparare delle buche di 100x100x50 cm smuovendo il fondo della buca per altri 5 cm.

Nello scavo della buca si dovrà fare attenzione a non costipare il terreno circostante le pareti o il fondo della stessa buca, in particolare dopo l'uso di trivelle occorrerà smuovere il terreno sulle pareti e sul fondo della buca per evitare l'effetto vaso.

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Appaltatore dovrà procedere al riempimento parziale della buca con terra e torba, predisponendo in modo che le piante poggino la zolla su uno strato idoneo di miscuglio terra-torba ben assestato.

Prima della messa a dimora degli alberi occorrerà procedere ad una concimazione localizzata sul fondo della buca evitando il contatto diretto con la zolla, utilizzando concimi ternari (N-P-K) con azoto a lenta cessione, da distribuire uniformemente nella buca.

Nel caso in cui il progetto o la Direzione Lavori prevedano l'uso di micorrize o biostimolanti questi dovranno essere messi a contatto diretto con le radici, in modo uniforme.

Per le piante erbacee invece le buche andranno preparate al momento, della piantagione, in base al diametro del vaso delle piante da mettere a dimora.

Durante lo scavo della buca il terreno agrario deve essere separato e posto successivamente in prossimità delle radici, il terreno in esubero e l'eventuale materiale estratto non idoneo, a giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e a spese dell'Appaltatore e sostituito con terreno adatto. Durante lo scavo, l'Appaltatore, si dovrà assicurare che le radici non si vengano a trovare in una zona di ristagno idrico, nel qual caso, si dovrà predisporre un adeguato drenaggio posando uno strato di materiale drenante sul fondo della buca, se la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, l'Appaltatore dovrà predisporre ulteriori soluzioni tecniche al problema.

Nel caso le buche debbano essere realizzate sopra un preesistente tappeto erboso, si dovranno adottare tutte le tecniche più idonee per non danneggiarlo. In questo caso il terreno di scavo andrà appoggiato sopra a teli per facilitarne la completa raccolta.

La messa a dimora degli alberi si dovrà eseguire con i mezzi idonei in relazione alle dimensioni della pianta, facendo particolare attenzione che il colletto si venga a trovare a livello del terreno anche dopo l'assestamento dello stesso, le piante cresciute da talea devono essere piantate 5 cm più profonde della quota che avevano in vivaio.

L'imballo della zolla, costituito da materiale degradabile, dovrà essere tagliato vicino al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo, verrà invece asportato tutto il materiale di imballaggio non biodegradabile (vasi in plastica, terra cotta, ecc...) il quale dovrà essere allontanato dal cantiere.

Prima della messa a dimora delle piante a radice nuda, queste andranno leggermente spuntate ed asportate quelle danneggiate, successivamente "inzaffardate" con un miscuglio, in parti uguali, di argilla e letame maturo, con piccole quantità di poltiglia bordolese all'1% o di un prodotto a cuprico, il tutto sciolto in acqua per creare una poltiglia.

Le radici delle piante dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate, eliminando quelle rotte o danneggiate, e rifilando quelle di dimensioni maggiori. Nel caso di piante in contenitore, dopo l'estrazione, le radici compatte dovranno essere tagliate e il feltro attorno alle radici dovrà essere rimosso.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in maniera tale da ottenere il migliore risultato tecnico ed estetico ai fini del progetto. Gli esemplari andranno orientati con la medesima esposizione che avevano in vivaio.

L'Appaltatore dovrà poi procedere al riempimento definitivo delle buche con terra fine di coltivo per gli alberi, le talee e gli arbusti in zolla, per tutte le altre piante con terriccio, le acidofile o semi acidofile con torba acida. Il materiale di riempimento dovrà essere costipato manualmente con cura in maniera che non restino vuoti attorno alle radici o alla zolla. Con piante prive di pane, si deve introdurre nella buca, solo terra vegetale sciolta.

Nel caso non vi sia un sistema di irrigazione automatico o sotterraneo, al termine del riempimento della buca si dovrà creare una conca attorno agli alberi per trattenere l'acqua. Quest'ultima sarà portata immediatamente dopo l'impianto in quantità abbondante, fino a quando il terreno non riuscirà più ad assorbirne.

Al termine della messa a dimora delle piante, andranno rimosse tutte le legature, asportando i legacci o le reti che andranno portate in pubblica discarica.

Dopo di ché, se necessario, si dovrà procedere con la potatura di trapianto. Si dovranno asportare i rami che si presentino eventualmente danneggiati o secchi. Per le sole piante fornite a radice nuda o in zolla che non siano state preparate adeguatamente in vivaio, su richiesta della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad un intervento di sfoltimento per ridurre la massa evapotraspirante, nel rispetto del portamento e delle caratteristiche delle singole specie. Non si dovrà comunque procedere alla potatura delle piante resinose, su queste si potranno eliminare solo i rami danneggiati o secchi.

Per quanto concerne le piante acquatiche occorre rispettare accuratamente le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori in merito alla quota di immersione delle stesse, dal pelo libero dell'acqua al livello definitivo. Le piante igrofile non dovranno mai essere lasciate all'asciutto se non per il tempo strettamente necessario per la messa a dimora, che dovrà avvenire nelle ore più fresche della giornata.

11.8 Ancoraggi

Gli ancoraggi sono quei sistemi di supporto (tutori) che permettono di fissare al suolo le piante nella posizione corretta per lo sviluppo.

Tutti gli alberi, di nuovo impianto, dovranno essere muniti di tutori, se la Direzione Lavori lo riterrà necessario, anche gli arbusti di grandi dimensioni dovranno essere fissati a sostegni.

L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e capace di resistere alle sollecitazioni meccaniche che possono esercitare agenti atmosferici, urti, atti vandalici o altro.

I pali dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dal lato con il diametro maggiore e trattati con sostanze ad effetto imputrescibile (almeno per 1 m dal lato appuntito). I pali andranno conficcati nella buca della pianta prima della sua messa a dimora, per una profondità di 30 cm almeno, comunque al termine della piantagione dovranno essere piantati per oltre 50 cm nel terreno, utilizzando mezzi meccanici idonei (escavatore) o manuali.

I tutori andranno conficcati nel terreno verticalmente in numero di uno se la pianta da sostenere è un arbusto o albero inferiore a 1,8 m di altezza, negli altri casi con 2-3 o 4 pali, per altezza e diametro

(comunque mai inferiore a 5 cm) adeguati alle dimensioni della pianta da sostenere e legati solidamente tra loro con legature di colore marrone, verde o nero.

Con le piante dotate di pane di terra, si deve evitare di conficcare i pali tutori attraverso il pane, tranne i casi in cui le piante siano state coltivate con un foro (tubo biodegradabile) nella zolla per piantarvi il palo. Se non previsto in progetto o non richiesto dalla Direzione Lavori, sono esclusi i pali in posizione obliqua (comunque non meno di 3 – 4 per pianta) e i tiranti di qualunque natura. Se non vi è lo spazio per il tutoraggio con pali, oppure le piante superano l'altezza di 8 – 10 m, previo accordo con la Direzione Lavori, si potranno utilizzare picchetti di legno con cavi in acciaio muniti di tendifilo, e fascia visibile per i primi 2 m dal picchetto.

Nelle scarpate i sostegni andranno conficcati nel terreno in posizione verticale.

Gli ancoraggi dovranno essere collocati prestando attenzione ai venti dominanti, lungo le carreggiate parallele alla direzione di marcia, nelle zone di esondazione al flusso della corrente.

Se gli alberi hanno un'impalcatura inferiore a 2,5 m, la parte fuori terra del tutore dovrà possedere un'altezza inferiore a 10 - 20 cm rispetto alle ramificazioni più basse della chioma.

Le teste dei pali, dopo l'infissione, non devono presentare fenditure: in caso contrario, dovranno essere rifilate.

I pali dovranno essere legati alle piante in modo solidale per resistere alle sollecitazioni ambientali, pur consentendo un eventuale assestamento.

Al fine di non provocare abrasioni o strozzature al fusto, le legature, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali creati allo scopo o di adatto materiale elastico (guaine in gomma, nastri di plastica, ecc...) oppure con funi o fettucce di fibra vegetale, ma mai con filo di ferro o materiale anelastico.

Sia i tutori che le legature, non dovranno mai essere a contatto diretto con il fusto, per evitare abrasioni. Dovrà essere sempre interposto un cuscinetto antifrizione (gomma o altro).

Se richiesto dalla D.L. gli alberi dovranno essere fissati con i metodi di ancoraggio sotterraneo della zolla:

- In base alle richieste si dovrà utilizzare il sistema sotterraneo ed invisibile, composto da tre ancore infisse per almeno 50 cm nel terreno sodo, legate ad un cavo di acciaio collegato a un cricchetto di bloccaggio e tensionamento, passanti sopra ad una rete a maglie metalliche collocata sopra la zolla, che evita il taglio della stessa durante la messa in tensione, il tutto dovrà essere montato con estrema cura e interrato. Dopo la prima irrigazione abbondante, l'Appaltatore avrà cura di verificare il perdurare del tensionamento.
- In base alle richieste si dovrà utilizzare il sistema di ancoraggio sotterraneo invisibile e completamente biodegradabile, composto da un tutore orizzontale in legno dotato di collare di protezione, che verrà fissato nel terreno consolidato mediante gli appositi picchetti, anch'essi in legno, che dovranno penetrare nel terreno sodo per almeno 50 cm. I picchetti dovranno essere fissati al tutore tramite una cerniera che ne permetta il montaggio anche in condizioni di terreno inclinato. Il tutto dovrà essere montato con estrema cura e interrato. Dopo la prima irrigazione abbondante, l'Appaltatore avrà cura di verificare il perdurare del tensionamento.

Questi ultimi due metodi dovranno essere garantiti dal fornitore con certificato scritto e montati come prescritto dallo stesso. In questi casi non sarà necessario rimuovere i sostegni a consolidamento avvenuto della pianta.

Le specie rampicanti e sarmentose dovranno essere legate ai propri sostegni, in modo saldo rispettando il portamento della pianta. Le legature dovranno essere eseguite con filo di plastica a sezione circolare di diametro appropriato. Ogni legatura dovrà compiere almeno due giri attorno al fusto e al sostegno, per ridurre l'effetto abrasivo del filo.

11.9 Difesa dei nuovi impianti

Protezione dall'eccessiva traspirazione delle piante, si dovrà attuare subito dopo la piantagione, proteggendo i fusti mediante la fasciatura con tessuti di juta, paglia, o altro materiale simile (che dovrà resistere almeno due periodi vegetativi in condizioni normali), o ripetutamente spalmati con sostanze che inibiscono l'evapotraspirazione (antitranspiranti), in base alle indicazioni della Direzione Lavori.

Le sostanze chimiche utilizzate per la spalmatura (emulsioni di cera, dispersioni di sostanze plastiche ecc.) non devono contenere sostanze solubili dannose alle piante e devono rimanere completamente efficaci per almeno otto settimane.

Nel caso in cui il trapianto si compia in autunno o inverno, le piante più sensibili al freddo dovranno essere protette con materiale idoneo (paglia, coibentanti, ecc...).

Le piante giovani, minacciate dagli animali domestici, dalla selvaggina o dal bestiame al pascolo, devono essere protette meccanicamente o con sostanze repellenti secondo le indicazioni della Direzione Lavori, tali sostanze dovranno essere persistenti ed efficaci per almeno 30 giorni, tali prodotti dovranno essere abilitati all'uso e rispondenti alle normative vigenti.

Le protezioni meccaniche potranno essere realizzate con imbracatura di rete metallica, materie plastiche, ramaglie, ovvero mediante recinzione, devono avere una durata di almeno tre anni e non devono ostacolare la crescita delle piante e le operazioni di manutenzione.

Nel caso in cui sia previsto dal progetto o richiesto dalla Direzione Lavori, si dovrà proteggere il fusto delle piante dai danni provocati dai decespugliatori tramite un collare di gomma di altezza variabile a seconda della pianta da proteggere dai 7 – 15 cm di colore marrone, verde, nero o trasparente, che permetta l'accrescimento diametrico del fusto. Nel caso in cui il fusto della pianta sia bagnato dall'irrigazione a pioggia, il collare non dovrà essere aderente al fusto ma permettere la circolazione dell'aria, per evitare fenomeni di marcescenza.

Se previsto dal progetto o su indicazione della Direzione Lavori, si dovrà costruire una recinzione, per la protezione di arbusti, airole o piante isolate, dal calpestamento dell'uomo. La recinzione sarà da realizzare, su tutti i lati (tranne quelli già naturalmente protetti), con pali di legno lunghi 1,5 m ed infissi al suolo per almeno 50 cm, con un diametro di 8 cm, con un interasse di 1,5 m, i quali andranno collegati con filo di ferro plastificato, di colore verde, che dovrà essere posto in tre ordini di altezza 40-70-100 cm. Negli angoli e ogni 10 m i pali dovranno essere sorretti da contrafforti.

11.10 Formazione dei tappeti erbosi

La formazione del prato dovrà avvenire dopo aver terminato la posa degli impianti tecnici e delle infrastrutture, dopo la messa a dimora delle piante (alberi, arbusti, erbacee, ecc...).

Nel caso in cui la Direzione Lavori abbia rilevato un'eccessiva concentrazione di erbe infestanti, potrà ordinare all'Appaltatore di eseguire un diserbo sull'intera area a prato, prima dello sfalcio dell'erba e delle lavorazioni del terreno.

Nella preparazione del terreno per i tappeti erbosi, l'Appaltatore al termine delle operazioni prescritte nell'art. "Lavorazioni del suolo" procederà eliminando ogni residuo vegetale o inerte, che dovranno essere allontanati dall'area di cantiere, livellerà il terreno con erpici a maglia o con rastrelli avendo cura di coprire ogni buca od avvallamento. Dopo di che, eseguirà una leggera rullatura, con rulli lisci.

Al termine delle lavorazioni il profilo del suolo dovrà rispettare le indicazioni progettuali o quelle della Direzione Lavori, su un tratto di 4 m di superficie non sono ammessi scostamenti dall'andamento previsto superiori a 3 cm nei prati ornamentali e di 5 cm in quelli paesaggistici. Si dovrà prestare particolare attenzione che non vi siano avvallamenti, ma una leggera baulatura verso i margini dell'area lavorata, per facilitare il deflusso delle acque, nel collegamento con pavimentazioni o simili ci deve essere un raccordo continuo con scostamenti non superiori ai 2 cm.

La semina dei tappeti erbosi dovrà essere fatta preferibilmente alla fine dell'estate o all'inizio della primavera, in base a quanto prescritto dal cronoprogramma o indicato dalla Direzione Lavori in base all'andamento del cantiere e delle condizioni climatiche.

Dall'ultima lavorazione del terreno è bene lasciare trascorrere alcuni giorni prima di procedere alla semina, preceduta da una rastrellatura incrociata superficiale con erpici a maglia o altri attrezzi idonei, oppure manualmente con rastrelli. La semina dovrà avvenire su terreno asciutto, in giornate secche e prive di vento con seminatrici specifiche per prati ornamentali. Dove le dimensioni dell'area di semina o la giacitura del terreno non lo consentano si dovrà procedere manualmente. La semina dovrà avvenire con passaggi incrociati a 90° cospargendo il prodotto in maniera uniforme. Durante la semina si dovrà porre attenzione a mantenere l'uniformità della miscela, se necessario provvedere a

rimescolarla, nel caso le caratteristiche del seme lo richiedano si potrà aggiungere sabbia per la distribuzione.

Il tipo di miscuglio di semi da adottare, sarà previsto negli elaborati progettuali o indicato dalla Direzione Lavori, come il quantitativo, in peso, di seme per unità di superficie, dove non previsto, vanno apportati almeno 30-35 g/m² di miscuglio di semi. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di aumentare fino al 20% in più, i quantitativi di seme prescritti in progetto o nel presente capitolato, nel caso lo ritenga opportuno.

Al termine della semina l'Appaltatore dovrà eseguire una erpicatura leggera (con erpice a maglie) o con una rastrellatura superficiale in un unico senso (non avanti-indietro) per coprire la semente. La semente dovrà essere interrata ad una profondità non superiore a 1 cm, poi sarà necessario eseguire una rullatura incrociata per far aderire il terreno al seme. Dopodiché si procederà con un inaffiatura (bagnando almeno i primi 10 cm di terreno) in modo che l'acqua non abbia effetto battente sul suolo onde evitare l'affioramento dei semi o il loro dilavamento.

Quando il prato sarà ben radicato, se la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, potrà richiedere all'Appaltatore di procedere con un diserbo chimico da attuarsi come prescritto dall'art. "Diserbo selettivo".

Il prato conformato e sviluppato dovrà presentarsi perfettamente inerbiti con manto compatto con almeno il 75 % di copertura media dopo il taglio (50% per i prati paesaggistici), saldamente legato allo strato di suolo vegetale con le specie seminate, con assenza di sassi, erbe infestanti in ogni stagione, esenti da malattie, avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o dal passaggio di veicoli anche di terzi.

L'ultimo taglio, prima del collaudo, non può essere anteriore a una settimana.

11.11 Garanzia di attecchimento

Tutto il materiale vegetale deve avere una garanzia di attecchimento interessante l'intera stagione vegetativa successiva a quella di impianto, la garanzia dovrà comprendere la sostituzione del materiale vegetale morto o deteriorato, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, nella stagione utile successiva.

Nel caso in cui alcune piante muoiano o si deperiscono, l'Appaltatore dovrà individuare le cause del deperimento insieme alla Direzione Lavori, e concordare con essa, gli eventuali interventi da eseguire a spese dell'Appaltatore, prima della successiva piantumazione. Nel caso in cui non vi siano soluzioni tecniche realizzabili, l'Appaltatore dovrà informare per iscritto la Direzione Lavori che deciderà se apportare varianti al progetto. L'Appaltatore resta comunque obbligato alla sostituzione di ogni singolo esemplare per un numero massimo di due volte (oltre a quello di impianto), fermo restando che la messa a dimora e la manutenzione siano state eseguite correttamente.

Sono a carico dell'Appaltatore, l'eliminazione e l'allontanamento dei vegetali morti (incluso l'apparato radicale), la fornitura del nuovo materiale e la messa a dimora.

Sulle piante sostituite, la garanzia si rinnova fino a tutta la stagione vegetativa successiva.

Per quanto riguarda i prati, questi dovranno avere una garanzia di un anno dalla semina, dovranno essere riseminate le aree che, a giudizio della Direzione Lavori, non raggiungano sufficienti livelli di copertura, oppure riseminata l'intera area.

La garanzia di attecchimento viene estesa a tutto il periodo di manutenzione eventualmente previsto.

11.12 Interventi di manutenzione

L'Appaltatore si dovrà far carico della manutenzione del verde appena messo a dimora, come anche delle infrastrutture costruite, per la durata di anni 1 a partire dalla data di ultimazione dei lavori riguardanti il verde.

Nell'ipotesi in cui il cantiere sia già smobilitato, per gli interventi di manutenzione andranno predisposti gli eventuali cantieri temporanei.

Tutti gli interventi di manutenzione dovranno essere eseguiti da personale qualificato in numero sufficiente e con attrezzature adeguate per il regolare e continuativo svolgimento delle opere.

Gli interventi riguarderanno:

- interventi di potatura;
- trattamenti fitosanitari;
- diserbo totale e/o selettivo;
- concimazioni;
- sostituzione;
- manutenzione/ripristino ancoraggi;
- ripristini;
- sfalcio e pulizia prati;
- irrigazione.

Articolo 12

Campionatura dei materiali

Sarà obbligo dell'Appaltatore presentare alla stessa, prima dell'esecuzione di un'opera, campioni dei materiali da impiegarsi.

In particolare, saranno da campionare prima dell'esecuzione delle opere interessate i seguenti materiali:

- manufatti in calcestruzzo (cordonate e ciabatte/cordoli spatitraffico);
- masselli autobloccanti;
- arbusti, cespugli, alberi e siepi;
- pavimentazione stazione ecologica.

Articolo 13

Attestati e certificati di conformità

Di tutti i materiali impiegati dovrà essere fornito dall'appaltatore il certificato di conformità.

Dovrà inoltre essere fornito il certificato di conformità alle leggi ed alle normative vigenti dell'impianto di pubblica illuminazione e di ogni altro impianto.