

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

NORME TECNICHE

Elab.15

Per

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO

Codice CUP J35F22000320005

Muro Parcheggio Piazza Antico Lavello

PROGETTO ESECUTIVO

CITTÀ DI TORTONA



PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Committente:

Città di Tortona

Settore Lavori Pubblici e CUC

Indice

PREMESSE	3
1 – CALCESTRUZZO.....	3
2 - FERRI DA C.A.....	20
3 – CASSEFORME	24
4 - PALI E MICROPALI.....	27
5 – TIRANTI GEOTECNICI.....	38
7 - SEGNALETICA STRADALE.....	89
8 – ACCETTAZIONE MATERIALI	96

PREMESSE

Per la redazione del CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE SECONDA – NORME TECNICHE sono state assunte le Specifiche Tecniche necessarie alla realizzazione dell' Opera in Oggetto

1 – CALCESTRUZZO

Normativa e disposizioni

L'APPALTATORE sarà tenuto all'osservanza delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” - D.M. 2018e della Circolare Esplicativa NTC 2018 pubblicata in G.U. il 11.02.2019.

Tutte le opere in conglomerato cementizio, incluse nell'Appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche tecniche che il PROGETTISTA del Comune di Tortona avrà provveduto ad effettuare.

I prodotti dovranno corrispondere ai dati e tipi stabiliti dalla PROVINCIA, oltre che a tutte le vigenti disposizioni di leggi o norme ministeriali in materia.

Sugli elaborati di progetto, dovranno essere riportati i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare, che dovranno essere approvati dalla PROVINCIA. La classe di calcestruzzo deve essere scelta tra quelle previste dalle vigenti norme di legge, arrotondando in eccesso fino alla classe immediatamente superiore la resistenza caratteristica determinata in base ai calcoli statici.

Se, e solo se richiesto, L'APPALTATORE sarà tenuto a presentare in tempo utile prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, all'esame della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi nel caso dei ponti delle linee di influenza delle deformazioni elastiche), che per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona dei progetti delle opere redatti dall'APPALTATORE non esonera in alcun modo L'APPALTATORE dalle responsabilità ad esse derivanti per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, L'APPALTATORE rimane unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge; pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'APPALTATORE sarà invece tenuto comunque a presentare all'esame della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e

attrezzature di costruzione) impiegate nelle varie fasi operative sia in sotterraneo, che all'aperto, e ciò anche nello spirito dell'applicazione del D.Lgs 81/2008, del Piano di Coordinamento della Sicurezza redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i..

L'APPALTATORE dovrà altresì attenersi, in corso d'opera, al Piano Organizzativo di Sicurezza redatto ai sensi dell'Art. 89 – cm 1/h del D.Lgs. n. 81/2008, e nel rispetto delle disposizioni assegnate con l'Art. 41 del presente Capitolato Speciale d'Appalto/Norme Generali.

E' obbligo dell'APPALTATORE predisporre opportuni studi di qualificazione delle miscele costituenti i conglomerati cementizi che si dovranno porre in opera. Tali studi - mix design - dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona preventivamente alla fornitura e posa dei relativi conglomerati cementizi.

In particolare tali studi, da svilupparsi per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei disegni di progetto, hanno il fine di comprovare che i conglomerati proposti abbiano resistenza non inferiore a quella richiesta in progetto.

Inoltre tali studi dovranno garantire i requisiti di **durabilità** prescritti in progetto.

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico, dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Le classi di durabilità, definite dalla norma UNI EN 206 e UNI 11104, sono le seguenti:

Classi di esposizione			
Denominazione della classe	Descrizione dell' ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco			
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto	Calcestruzzo all' interno di edifici con umidità dell' aria molto bassa	
2 Corrosione indotta da carbonatazione			
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti			

metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanente bagnato	Calcestruzzo all' interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Moltefondazioni.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i Sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.

XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte anebbia salina.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure allamarea	Parti di strutture marine

Classi di esposizione (continua)

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto ai cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo
6 Attacco chimico		

Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.

Nota: Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:

- al di fuori dei limiti del prospetto 2;
- in presenza di altri aggressivi chimici;
- in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche;
- in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.

XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

Valori limite per le classi di esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua del terreno

Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acqua/terreno comprese tra 5°C e 25°C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche.

La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione.

Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA 1	XA 2	XA 3	
Acqua nel terreno					
SO ₂ mg/l	EN 196-2	>=200 e <=600	>600 a <=3000	>3000 e <=6000	

4					
pH	ISO4316	<=6,5 >=5,5	e <5,5 >=4,5	e <4,5 >=4,0	e
CO ₂ mg/l aggressiva	prEN 13577:1999	>=15 <=40	e >=40 <=100	e > 100 fino a saturazione	e
NH ⁺ mg/l 4	ISO7150-1 oppure ISO 7150-2	>=15 <=30	e >30 e <=60	>60 <=100	e

Per la definizione della classe di resistenza in funzione delle condizioni ambientali si fa riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 ovvero alle sopradette “linee guida sul calcestruzzo strutturale”.

Gli studi di prequalificazione dovranno indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio del cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio degli eventuali additivi, tipo e localizzazione dell'impianto di betonaggio impiegato per il confezionamento del CLS, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams all'atto del pompaggio, e conseguente valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

L'inizio dei getti del calcestruzzo verrà autorizzato dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona esclusivamente dopo l'elaborazione dei predetti studi preliminari da parte dell'APPALTATORE.

Gli oneri per l'elaborazione del mix-design sono totalmente compresi e compensati nel prezzo unitario di Elenco.

I materiali componenti i conglomerati cementizi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Componenti

Cemento - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti (UNI EN 197/1:2006 ed altre) e più generalmente a quanto disposto al titolo 'QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI'.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato in cantiere allo stato fuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità, ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'APPALTATORE deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano: garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura, fornendo alla PROVINCIA la relativa certificazione di qualità.

E' consigliabile comunque utilizzare cementi preconfezionati senza l'installazione di impianti di betonaggio

Inerti - Dovranno corrispondere alle caratteristiche specificate nella normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 vigenti e più generalmente al titolo 'QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI', ed in particolare non dovranno essere scistosi o silico-magnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di 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, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con l'opportuno dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm. di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15%, e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato cementizio possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua - Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate al Titolo "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Additivi - La Direzione dei Lavori del Comune di Tortona deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'APPALTATORE potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni, e comunque sulla base della vigente normativa al

riguardo (UNI EN 934-2:2012, UNI 7101, UNI 7102, UNI 7105, UNI 7108 e varie). Su richiesta della

Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, L'APPALTATORE dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

La composizione, la prestazione, la posa in opera ed i criteri di conformità del calcestruzzo sono specificate nelle Norme di riferimento, ed in particolare nella UNI 9858, cui L'APPALTATORE dovrà comunque attenersi.

Controlli di accettazione

Durante l'esecuzione delle opere per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi dovranno seguirsi le prescrizioni di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e relativa Circolare G.U. 11.02.2019.

In applicazione di tali Norme si provvederà al prelievo dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, del calcestruzzo necessario per la confezione del numero di provini specificato dalla Norma.

Tutti gli oneri relativi alla serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico del Comune di Tortona. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica ottenuta sui provini risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla PROVINCIA, il Direttore dei Lavori del Comune di Tortona potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle ulteriori prove che dovranno essere condotte.

Tale sospensione non darà diritto all'APPALTATORE alla richiesta di oneri aggiuntivi.

Qualora anche dalle ulteriori prove eseguite risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla PROVINCIA, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata occorre procedere, a cura e spese dell'APPALTATORE, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera, o con l'impiego di altri mezzi di indagine o con apposita relazione di calcolo redatta da Professionisti abilitati.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, il valore di R_{ck} é ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che il valore di Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, L'APPALTATORE sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti supplementari che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'APPALTATORE se il valore di Rck risultasse maggiore rispetto a quella indicato nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza Rck, la Direzione dei Lavori del Comune di Tortona potrà prelevare ulteriori campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio.

A tal fine verranno eseguite le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e relativa Circolare 11.02.2019.

I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nel punto 2.3 delle norme

U.N.I. 6126-6127 e con le frequenze di cui al D.M. NTC 2018 e successive modifiche ed integrazioni, saranno i seguenti:

- a) per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nelle norme UNI 9416/9417/9418;
- b) sul conglomerato cementizio confezionato, in cubetti da sottoporre a prove di compressione a rottura per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nel D.M. 14 Gennaio 2008, ed in particolare operando sulla base delle norme U.N.I. 6127 per la preparazione e stagionatura dei provini, U.N.I. 6130 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, U.N.I. 6132 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Ai fini della verifica della durabilità, da parte del Direttore dei Lavori dovrà essere prelevata al momento del getto la bolla di accompagnamento attestante la classe di esposizione, nonché la classe di resistenza, consistenza, diametro massimo dell'aggregato, tipo di cemento adottato. Dovranno essere rifiutate le forniture non conformi ai requisiti progettuali.

Nella more della certificazione degli impianti di produzione del calcestruzzo ai sensi delle norme UNI EN 45012, da parte della Direzione dei Lavori potranno essere effettuate prove atte a determinare il rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento atte a verificare le forniture.

Ai fini della valutazione della durabilità del conglomerato cementizio, unitamente alla "Resistenza di prelievo", può essere determinato il valore della profondità dell'acqua in pressione in mm.

Per la prova di determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella UNI EN 12390-8.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta, il progettista potrà fare riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale redatte dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'Ottobre 2017, ovvero nelle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

La Direzione dei Lavori del Comune di Tortona si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate da sottoporre successivamente a prova di compressione, oppure di effettuare, in caso eccezionale, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, a mezzo sclerometro.

Ciascuna prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona verrà fissata una area non superiore a $0,1 \text{ m}^2$.; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più del 15%;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6 verrà dedotta la media aritmetica che attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei lavori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere eseguita nuovamente in una zona vicina.

Di norma, per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione dei Lavori del Comune di Tortona si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotaggi, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132 ed U.N.I. 6132).

Fermo restando quanto detto, riguardo alla resistenza dei calcestruzzi, la Direzione dei Lavori del Comune di Tortona si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiale o di calcestruzzo, da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare, in corso di lavorazione, sarà controllata la consistenza, con le modalità di cui al punto a) precedente.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere effettuata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successive addizionali).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Per quanto non specificato, vale la norma U.N.I. 9858.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); e lavorabile (in maniera che non rimangono vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo; il Direttore dei Lavori del Comune di Tortona potrà consentire l'impiego degli additivi previsti negli studi preliminari.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 5°C salvo diverse disposizioni che la Direzione dei Lavori del Comune di Tortona potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti

cautelativi da adottare; per questo titolo L'APPALTATORE non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impegno dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che L'APPALTATORE adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca di uscita della pompa.

La lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia all'atto dello scarico in opera; la differenza tra i risultati dovrà superare quanto specificato dalla norma U.N.I. 9858 salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona. Si avrà cura che in nessun caso si verificano cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare data inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, L'APPALTATORE dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti a un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze, fatto comunque salvo quanto specificato nelle disposizioni seguenti relativi alle opere in sotterraneo.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, a suo escluso giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che e suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'APPALTATORE.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dei getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi conseguenti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi ulteriori rispetto a quelli riportati in Elenco Prezzi.

Lo scarico del conglomerato cementizio dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A tale scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Tutto ciò affermato, fatto comunque salvo quanto di seguito indicato nelle specifiche indicazioni relative ai lavori in sotterraneo.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori del Comune di Tortona, secondo anche le specifiche tecniche di seguito riportato.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo ed distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione dei Lavori del Comune di Tortona avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo L'APPALTATORE non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne

pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tale accorgimenti è a carico dell'APPALTATORE.

Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. L'eventuale sistema meccanico-tecnico proposto dall'APPALTATORE dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superficie non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per il tempo necessario al disarmo stesso, della qualcosa dovrà essere fornita dall'APPALTATORE opportuna valutazione nello studio preliminare del mix-design di cui alla PARTE A) del presente Articolo di Capitolato.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accorgimenti, l'APPALTATORE dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto. Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non ammacchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura. La Direzione dei Lavori del Comune di Tortona potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzioni; in tal caso i getti potranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti mettendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, di appositi setti di materiale idoneo da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina ecc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette continue e spezzate. La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona.

I giunti come sopra illustrati, dovranno essere realizzati cura e spese dall'APPALTATORE, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di Elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto dal progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta, di impermeabilizzazione e copertura, l'Elenco Prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stiro butadiene) a struttura paraffinica (butile) a struttura complessa (silicone, poliuretano, polioossipropilene, polioossicloro propilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose bituminose siliconiche, a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua l'elasticità sotto le deformazioni previsto una aderenza perfetta alle pareti ottenuta anche a mezzo di idonei primers non colabili alle più alte temperature previste, e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la loro messa in opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra, tipo muri, si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di P.V.C. o simili.

Per la formazione di fori L'APPALTATORE avrà diritto al compenso previsto nell'apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare lavoro finito in perfetta regola

d'arte, solo se il volume dei vani è superiore a 0.4 mc. intendendosi in caso contrario compensato il relativo onere dalla non deduzione del volume del vano dal volume di calcestruzzo.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'APPALTATORE avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, di ferri d'armatura per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'APPALTATORE. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, saranno a totale carico dell'APPALTATORE, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'APPALTATORE, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Laddove invece dovranno essere realizzate in modo continuativo delle perforazioni in strutture cementizie già completate per la posa in opera di ferri di armature o quant'altro necessario, le predette perforazioni verranno compensate con la relativa voce di Elenco Prezzi.

Conglomerati cementizi preconfezionati

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché' rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma U.N.I. 9858 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. NTC 2018 e relativa Circolare 11.02.2019.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati è d'obbligo predisporre ed effettuare gli studi e le prove di accettazione di cui al precedente punto A) per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati dovrà essere comprovata a seguito delle apposite prove sistematiche effettuate nei laboratori ufficiali (L. 1086/1971 – Art. 5), come previsto in precedenza.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera.

L'APPALTATORE resta l'unico responsabile nei confronti del Comune di Tortona per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'Appalto, e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, additivi, ecc.), sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alla modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'APPALTATORE, assume inoltre l'obbligo di consentire che il Personale del Comune di Tortona addetto alla vigilanza ed alla direzione dei lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'APPALTATORE tutti i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

Prescrizioni particolari relative ai cementi armati

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con l'articolo relativo ai conglomerati cementizi, per la esecuzione di opere in cemento armato L'APPALTATORE dovrà osservare scrupolosamente tutte le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e relativa Circolare 11.02.2019, nonché nel D.P.R. 6 giugno 2001, Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

L'APPALTATORE se, e solo se richiesto specificatamente dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, dovrà presentare per il preventivo benestare della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona e nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in C.A. , redatti da un Progettista qualificato, nonché i computi metrici estimativi relativi, unitamente ai progetti ed ai calcoli del centine od armature di sostegno.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo L'APPALTATORE dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori del Comune di Tortona, L'APPALTATORE rimane unico e completo responsabile delle opere, e che pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Le opere provvisorie dovranno essere conformi al DIREZIONE LAVORI 8 luglio 2003, n. 235 - Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori. Nella costruzione sia dei ponteggi, delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, L'APPALTATORE è tenuto ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento all'atto dello scasso possa venire fatto gradualmente, seppur contemporaneamente nei vari punti.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno e delle centinature L'APPALTATORE è inoltre tenuto a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei fluviali attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie, e tutto ciò senza che L'APPALTATORE possa valutare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversa da quelli stabiliti in Elenco Prezzi.

2 - FERRI DA C.A.

Generalità

Gli acciai per conglomerati armati, sia normali che precompressi dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle Norme Tecniche per le Costruzioni” - D.M. 2018 e relativa Circolare 11.02.2019 “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alla normativa riportata al capo precedente.

Acciai per conglomerati normali

Resistenza caratteristica

Per le barre tonde o ad aderenza migliorata le resistenze caratteristiche dovranno risultare conformi, nei vari tipi di acciaio, ai valori riportati nella seguente tabella:

Tipo di acciaio	B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} >$	450 N/mm ²	450 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} >$	540 N/mm ²	540 N/mm ²
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ frattile 10% $< 1,35$	$\geq 1,05$ frattile 10%
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$ frattile 10%	$\leq 1,25$ frattile 10%
Allungamento	$\geq 7,5$ frattile 10%	$\geq 2,5$ frattile 10%

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: <input type="checkbox"/> < 12 mm <input type="checkbox"/> 12 mm <input type="checkbox"/> 16 mm per 16 < <input type="checkbox"/> 25 mm per 25 < <input type="checkbox"/> 40 mm	4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/>	-
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: <input type="checkbox"/> ≤ 10 mm	-	4 <input type="checkbox"/>

Diametri delle barre

Le barre ad aderenza migliorata B450C avranno il massimo diametro tra 6 e 40 mm, le barre B450A avranno il massimo diametro tra 5 e 10 mm .

Ancoraggio delle barre

Le barre tese dovranno essere prolungate oltre la sezione nella quale esse sono soggette alla massima tensione in misura sufficiente a garantire l'ancoraggio. Per le barre tonde lisce questo sarà realizzato con uncini semicircolari, di luce interna non minore di 5 diametri. Nelle barre ad aderenza gli uncini potranno essere omessi; le barre dovranno essere ancorate per una lunghezza non minore di 20 diametri o di 15 cm.

Lavorazione delle barre - Giunzioni

Le barre non dovranno in nessun caso essere piegate a caldo. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle regioni di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere sfalsate in guisa che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di 1/4 di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue non meno di 60 volte il diametro delle barre di maggiore diametro. La Direzione Lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto a norma del punto 6.1.2., Parte I del D.M. citato.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3, Parte I del D.M. citato.

Copriferro ed interferro

Per il copriferro si dovrà rispettare quanto prescritto dal punto *C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro* della Circolare 617 .

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto

indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da

c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso ivani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Armatura

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

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche precisate in precedenza.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (bocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati osaldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveridi calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a : $R_{ck} \geq 25$ MPa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \geq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua :	600 kg
cemento:	1200 kg
additivi :	10 ÷ 20 kg con un peso specifico pari a circa:

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

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

acqua	:	300 kg
cemento	:	600 kg
additivi	:	5 ÷ 10 kg
inerti	:	1100 ÷ 1300 kg

3 – CASSEFORME

Generalità

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m²h (misurato sotto battente di acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed

orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto. Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo; dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30° deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Le casseforme potranno essere realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

Casseforme in legno (tavole)

Saranno costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.

L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.

Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

Casseforme in legno (pannelli)

Verranno usati pannelli con spessore non inferiore ai 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.

Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

Stoccaggio (tavole o pannelli)

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi.

Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

Casseforme in plastica

Verranno usate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere usate per getti all'aperto; dovrà essere posta estrema attenzione alla preparazione delle superfici interne dei casseri evitando eccessiva durezza e levigatura delle stesse (per impedire la formazione di ragnatele e simili dovute all'effetto della vibrazione dell'impasto).

Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

Casseforme in calcestruzzo

Saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm². (300 Kg./cm².), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.

La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratorii esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.

Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

Casseforme metalliche

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

4 - PALI E MICROPALI

GENERALITA'

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

riempimento a gravità; riempimento a bassa pressione; iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;

per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno; da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;

da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata.

Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative Decreto Ministeriale NTC 2018 Aggiornamento "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

Preparazione del piano di lavoro

L'APPALTATORE dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'APPALTATORE predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

Specifiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'APPALTATORE, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

E' di facoltà della Direzione Lavori far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \frac{\gamma H}{3}$$

dove:

γ = peso di volume totale;

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

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;

la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%; la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;

quota testa micropalo:

5 cm;

lunghezza:

15 cm.

Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata 10 m³/min
- pressione 8 bar.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme alle disposizioni precisate in precedenza.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrariola valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventile seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : □ 100 bar
- portata max : □ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : □ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni precisate in precedenza.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni precisate in precedenza, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno □ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopraccitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Prove di carico

Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali. Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno. Si definiscono:
 - prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
 - prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

GABBIONI in pietra

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate.

Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con filidi ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.

Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipedica, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframmata.

Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione in filo conforme alle UNI EN 10218.

Il filo costituente la rete metallica dovrà essere sottoposto a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/1962) oppure essere rivestito in lega ZN-AL (5%) (minimo 220 g/m²).

La tipologia del filo sottoposto a zincatura forte in alcune opere speciali avrà anche un rivestimento plastico in PVC o PE.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10*12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere paria 0,50*1,00 m oppure a 1,00*1,00 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1,50 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.

I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2,0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2,2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6*8cm.

Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipedica e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.

Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- massa volumica: \square 24 kN/m³ (2400 kgf/m³)
- resistenza alla compressione: \square 80 Mpa (800 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: \square 1,5 mm
- coefficiente di imbibizione: \square 5%
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le maglie con un doppio

giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.

Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.

Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi la funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 1 m, da 2 a 4 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 0,5 m.

Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.

A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione dall'Ufficio di Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevederà utilizzare.

Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. N.2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata, e corredato dalla certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002.

L'Ufficio di Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

L'Ufficio di Direzione Lavori accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura a discrezione di campioni significativi, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Resta comunque confermata la facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di integrare la campagna di prove sopraindicate a propria discrezione in relazione alla tipologia, estesa e importanza dell'opera.

RIPRISTINO OPERE IN C.A.

Ripristino armature

Per rinforzare lo strato passivante delle barre d'armatura, incrementare la resistività elettrica del calcestruzzo, rendere idrorepellente il supporto senza modificarne la permeabilità al vapore, fornitura e posa in opera a rullo o con airless in ragione di 0,6 litri/m² di inibitore di corrosione privo di solventi ad elevatissima capacità di migrazione per diffusione e bassissima viscosità, composto da silani ed inibitori di corrosione di tipo organico chimicamente legati in un'unica molecola monocomponente.

Tale prodotto dovrà essere caratterizzato dalle seguenti prestazioni :

- riduzione di ingresso di cloruri rispetto al calcestruzzo non trattato > 90%, secondo ASTM C1152 alle profondità di 12,5 mm, 32 mm, 50 mm e 69 mm su calcestruzzi aventi rapporto a/c = 0,47 soggetti a 48 settimane di contatto con soluzione al 15% di sale disgelante;
- riduzione di corrente di corrosione su calcestruzzi microfessurati con cavillature di 0,3 mm non corrosi > 90% rispetto ai campioni non trattati, metodo della polarizzazione lineare su calcestruzzi armati prefessurati con cavillature di 0,3 mm, aventi rapporto a/c = 0,47 soggetti a 48 settimane di contatto con soluzione al 15% di sale disgelante;

- riduzione di corrente di corrosione su calcestruzzi microfessurati con cavillature di 0,3 mm che presentano già corrosione in atto > 90% rispetto ai campioni non trattati, (metodo della polarizzazione lineare su calcestruzzi armati prefessurati con cavillature di 0,3 mm, aventi rapporto a/c = 0,47 soggetti a 48 settimane di contatto con soluzione al 15% di sale disgelante).

Per la protezione delle barre d'armatura del cemento armato, fornitura e posa in opera di rivestimento anticorrosione, bicomponente, cementizio polimero modificato con inibitore di corrosione organico, da applicarsi a pennello sulle armature.

Ripristino C.A

Malte tixotropiche polimero modificate

Per il ripristino di strutture degradate in calcestruzzo con interventi a spessore da 1 a 5 cm in strato unico, fornitura e posa in opera a spruzzo od a cazzuola di malta cementizia, monocomponente, polimero modificata, tixotropica, contenente fibre sintetiche in poliacrilonitrile, resistente agli agenti aggressivi dell'ambiente.

La malta sopra descritta dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- Adesione al Calcestruzzo, UNI EN 1542: > 1,5 MPa
- Resistenza a compressione UNI EN 196/1: a 1 g > 15 MPa, 7 gg > 45 MPa, 28 gg > 50 MPa
- Resistenza a flessione, UNI EN 196/1: a 1 g > 4 MPa, a 7 gg > 6 MPa, 28 gg > 7 MPa
- Modulo elastico statico, UNI EN 13412: 20.000 (\pm 2.000) Mpa

Rasature polimero modificate

Per la rasatura di superfici in calcestruzzo, per interventi a spessore da 1 a 5 mm in strato unico, fornitura e posa in opera a spruzzo od a mano di malta cementizia, monocomponente, polimero modificata, tixotropica, provvista di fibre sintetiche in poliacrilonitrile, tipo.

La malta sopra descritta dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- Tempo di fine presa, UNI EN 480-2: < a 3 Ore
- Adesione al Calcestruzzo, UNI EN 1542: > 2 MPa
- Coeff. di diffusione del vapore, UNI EN 1015-19 $\mu < 40$
- Resistenza a compressione, UNI EN 196/1: a 28 gg > 25 MPa
- Resistenza a flessione, UNI EN 196/1: a 28 gg > 6 MPa
- Modulo elastico, UNI EN 13412: 12.000 (\pm 2.000) MPa

5 – TIRANTI GEOTECNICI

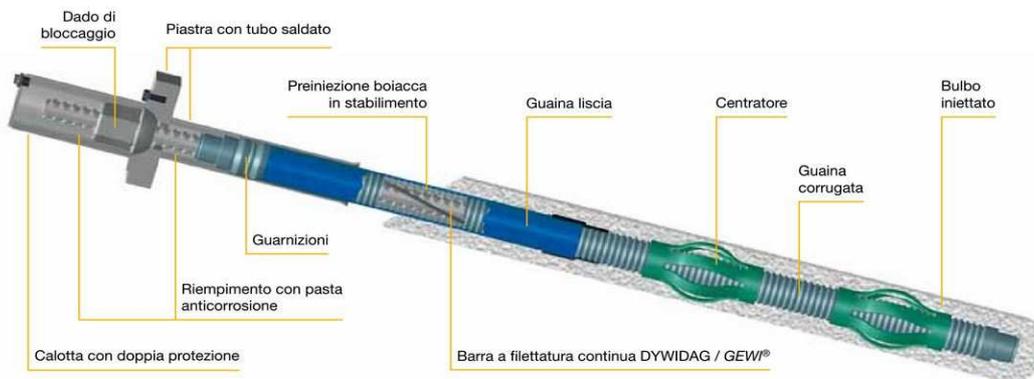
Tiranti di ancoraggio

I tiranti di ancoraggio devono rispondere alle norme prescritte dal D.M. 14/01/2008 sono costituiti da elementi orizzontali o suborizzontali di collegamento fra strutture di calcestruzzo semplice ed armato, (verticali o variamente inclinate: muri di contenimento, di controripa, diaframmi, pareti perimetrali di fondazione) ed il terreno retrostante. Hanno lo scopo di assorbire le spinte da monte, per consolidamento di opere preesistenti, oppure in opere da costruire, là dove le conseguenti sollecitazioni non possono essere trasmesse alla base del muro. Sono da intendersi a carico della ditta appaltatrice gli oneri per l'esecuzione dei test negli ancoraggi di prova come prescritto dal punto 6.6.1 del D.M. 14/01/2008. Le opere di sostegno correlate ai tiranti di ancoraggio potranno essere costruite in precedenza; in parte prima, dopo o potranno venire eseguite mano a mano che i tiranti si realizzano; le relative modalità esecutive così come quelle per la loro misurazione e valutazione sono riportate nei rispettivi articoli, disegni di progetto e indicazioni della direzione dei lavori.

E' richiesta espressa di questo appalto, realizzare N°4 tiranti di prova, individuati con la D.L., (2 superiori e 2 inferiori, DX / SX), attendere maturazione min 21 gg, provare a trazione fino al carico di esercizio (con apposito martinetto idraulico) . Dopo l' esito positivo delle prove è possibile procedere al completamento della realizzazione dei tiranti.

A termine, i tiranti, dovranno essere tensionati uno ad uno, con martinetto idraulico, fino al carico di esercizio per poi essere bloccati con un carico pari al 50%.

tiranti con barre pre-iniettate: I tiranti dovranno essere realizzati mediante perforazione orizzontale e/o suborizzontale in materiali di qualsiasi natura e consistenza, compreso murature, trovanti e roccia da mina, anche in presenza d'acqua, eseguite a qualsiasi profondità e per qualsiasi inclinazione sull'orizzontale, a rotazione o rotopercolazione, del diametro minimo di mm 50, comprensivo di tutte le attrezzature occorrenti, gli utensili di perforazione, i ponteggi e le impalcature per l'esecuzione del foro a qualsiasi altezza ed ogni altra prestazione ed onere per dare il foro finito e adatto all'esecuzione delle successive operazioni; nel prezzo saranno compresi la fornitura e posa in opera della barra in acciaio tipo Y1050H, anche zincata secondo ISO 10208, della testa di perforazione e degli eventuali distanziatori necessari; l'iniezione di malta cementizia, utilizzando appositi tubi pre-posati e la predisposizione delle testa di perforazione, eseguita secondo la norma UNI EN 1537/2002, i rapporti di miscelatura acqua/cemento per malte di ancoraggio dovranno essere scelti in modo appropriato alle condizioni del terreno precedentemente verificate e ogni altro onere per dare il lavoro eseguito a regola d'arte.



6 – ASFALTO

PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE CON BITUME NORMALE

DESCRIZIONE

Lo strato di base in conglomerato bituminoso tradizionale con bitume normale è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso. La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 “Miscela bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

temperatura della miscela alla produzione;

contenuto minimo di legante;

composizione granulometrica;

contenuto dei vuoti.

Il conglomerato bituminoso in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell’adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio- lungo termine. Lo spessore dello strato di base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori. Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d’Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all’inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleva comunque l’Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

MATERIALI COSTITUENTI

Legante

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all’Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali” con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell’appendice NA.

Bitume Normale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 - 54	43-51

Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	□ - 8	□ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	P a s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	□ 11	□ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	□ 0,5	□ 0,8

Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumate e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□ 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 0,5 (f0,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	□ 60 (SE60)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 10 (f10)

Filler di additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI EN 13179-1	□R&B	8÷25
Rapporto filler/bitume = 1,5			□□R&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder e usura. La percentuale di fresato 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.

Sottofondo in misto cementato

DESCRIZIONE

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

E' prevista la possibilità di eseguire il misto cementato in sito mediante appositi macchinari (Pulvimixer) o anche mediante la stabilizzazione dei materiali granulari presenti in posto come fondazioni; in tal caso il misto cementato è più propriamente una stabilizzazione a cemento. Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali"

MATERIALI COSTITUENTI (PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO) AGGREGATI

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Dimensione massima	UNI EN 933-1	Dmax	mm	≤40	
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	GC	%	-	
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70	
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥60	
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	WL	%	≤25	
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	Ip	%	N.P.	
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI	
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI	

Comunque,

LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

ADDITIVI ED AGGIUNTE

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in sito)		FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in impianto)	
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100	40	100
31,5	90 - 100	31,5	90 - 100
25	70 - 95	20	70 - 90
20	55 - 85	14	58 - 82
10	40 - 65	8	44 - 65
4	28 - 52	4	32 - 50
2	18 - 40	2	22 - 38
0,5	8 - 25	0,5	10 - 23
0,25	6 - 20	0,25	6 - 18
0,063	4 - 11	0,063	4 - 9

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427- 1.

Lo studio delle miscele in laboratorio potrà essere eseguito su campioni compattati secondo metodologia Proctor o mediante pressa giratoria

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

Nel caso di compattazione con pestello Proctor, la miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7). Nel caso di compattazione con pressa giratoria si dovranno usare le seguenti impostazioni:

angolo di rotazione: $1,25^\circ + 0,02^\circ$;

velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;

pressione verticale: kPa 600;

diametro del provino: 150 mm;

numero giri: 180

Kg di materiale 4,5 introdotto nella fustella.

Lo studio deve contenere le seguenti caratteristiche:

granulometria della miscela;

ottima % di acqua di compattazione;

densità massima ottenuta per la miscela ottimale;

sistema di compattazione adottato per la realizzazione dei provini;

valori delle resistenze risultanti dalle prove.

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

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	<input type="checkbox"/> 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	<input type="checkbox"/> 2%

I provini della miscela di misto cementato preparata in laboratorio dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di 40°C e termostatati a 25°C per 4 ore prima della prova di rottura; la miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO				
REQUISITO	METODO PROVA	DI SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE

Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 5,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42	Rt	MPa	$0,35 \leq Rt \leq 0,60$

Il misto cementato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE IN SITO DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO CEMENTATO)				
REQUISITO	METODO PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm ²)	CNR 146	Md	N/mm ²	> 150

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica (devono essere eseguite 4 prove LFWD in un intorno distante circa 40 cm dai bordi della piastrastatica per correlare i valori ottenuti con le differenti metodologie) e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

EQUISITO	FREQUENZA DEI CONTROLLI
analisi granulometrica	ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
determinazione della densità in sito	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa.
prova di carico con piastra	una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata;
determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
determinazione della resistenza a trazione indiretta della miscela a 7 giorni di maturazione	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa.

CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il misto cementato potrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento, o in sito su vecchie fondazioni.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

Nel caso di produzione in sito il legante idraulico viene steso sulla fondazione da trattare materiale inerte granulare prima del passaggio subito prima della stabilizzatrice.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela.

Il piano di posa dovrà essere umido; qualora l'Impresa dovesse procedere con la bagnatura della superficie si dovrà evitare di creare uno strato fangoso.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10t per ruota o rullo monotamburo vibrante di peso non inferiore a 18t entrambi preferibilmente accoppiati ad un rullo gommato di almeno 14 t; potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C, superiori a 25°C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto. Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa. Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in

ragione di 1÷1,5 kg/m², comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

I giunti di ripresa devono essere sempre tagliati prima dell'inizio della nuova lavorazione. Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

ADDITIVI

Aggiunti agli aggregati o al bitume, gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Attivanti di adesione

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,91±0,02
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Il dosaggio dovrà essere pari allo 0,1-0,5% sul peso del fresato ed eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate con opportuna documentazione alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Miscela

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del fresato dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥3,8 (Bmin 3,8)
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,063	3	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato), riferita al peso della miscela deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (con riferimento alla Stabilità e con provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30

Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	100
Rotazioni N3	---	160

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□ 5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,70÷1,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	60 - 250
Sensibilità all'acqua a 15°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso 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. Potranno essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della 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 oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

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 potranno compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati 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 140°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 tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione cationica 55%			
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	45±2 (Classe 5)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	55±2 (Classe 5)
Flussante	UNI EN 1431	%	0-3 (Classe 3)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 43 (Classe 6)

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35-0,45 kg/m².

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

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

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà 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 bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

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

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

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base potranno 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.

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 dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m.

posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Nel caso di stesa in doppio strato, tra le due stese dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa per la preparazione del piano di posa del secondo strato.

PRODUZIONE, TRASPORTO E POSA CON TECNOLOGIA A TIEPIDO

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice.

La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;

Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Additivi	Contenitori	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$) e secondo tabella di riferimento precedente

*
 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:
 - aggregato grosso = ± 3 punti percentuali;
 - aggregato fino = ± 2 punti percentuali;
 - passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.

2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.

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

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON BITUME MODIFICATO

DESCRIZIONE

Lo strato di base in conglomerato bituminoso modificato è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 14023 "Bitume e leganti bituminosi – Quadro delle specifiche riguardanti bitumi modificati con polimeri e dovranno essere modificati") previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso. La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

temperatura della miscela alla produzione;

contenuto minimo di legante;

composizione granulometrica;

contenuto dei vuoti.

Il conglomerato bituminoso modificato in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine. Lo spessore dello strato di base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori. Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

MATERIALI COSTITUENTI

Legante

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la

conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 14023 "Bitume e leganti bituminosi – Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri".

In particolare, le relative caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

Bitume Modificato			Limiti e Classi (UNI EN 14023)
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	45-80 (classe 4)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 70 (classe 4)
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	□ - 12 (classe 6)
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa s	0,20-0,60
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	UNI EN 13398	%	≥ 80 (classe 2)
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg a 180 °C – Variazione del Punto di rammollimento	UNI EN 13399	°C	□ 3 (classe 2)
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 40 (classe 3)
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	□ 5 (classe 2)
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	□ 0,3 (classe 2)

Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumate e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□ 20 (SI20)

Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	<input type="checkbox"/> 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> 0,5 (f0,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	<input type="checkbox"/> 60 (SE60)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> 10

Filler di Additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI EN 13179-1	<input type="checkbox"/> R&B	8÷25
Rapporto filler/bitume = 1,5			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder e usura. La percentuale di fresato 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.

ADDITTIVI

Aggiunti agli aggregati o al bitume, gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Attivanti di adesione

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,91±0,02
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Il dosaggio dovrà essere pari allo 0,1-0,5% sul peso del fresato ed eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate con opportuna documentazione alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

MISCELE

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del fresato dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥3,8 (Bmin 3,8)
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,063	3	10	

Riferita al peso della miscela, la percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato) deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (con riferimento alla Stabilità e con provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10

Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□ 5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,95 – 1,70
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	60 - 250
Sensibilità all'acqua a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C)		
T=5°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	10.000-16.000
T=20°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	4.000-7.000
T=40°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	600-1.500

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'idee 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 e una perfetta vagliatura che assicuri un'idee riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della 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 oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

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 dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo e uniforme rivestimento degli aggregati 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 un'adeguata adesione tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di Emulsione bituminosa cationica 60% modificata. Le relative caratteristiche sono le seguenti:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa cationica 60% modificata			
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	40±2 (Classe 6)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	60±2 (Classe 6)
Flussante	UNI EN 1431	%	≤ 2 (Classe 2)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60 (Classe 2)
Energia di coesione con duttilometro a 5 °C	UNI EN 13589	J/cm ²	≥ 3 (Classe 2)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50 (Classe 5)

In ogni caso, il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35-0,45 kg/m².

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata per mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata all'precedente.

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

Se il bordo sarà danneggiato o arrotondato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi siano fra 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 bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, i mezzi dovranno essere sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

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

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

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, d'idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

La miscela bituminosa dello strato di base sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Nel caso di stesa in doppio strato, tra le due stese dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa per la preparazione del piano di posa del secondo strato.

PRODUZIONE, TRASPORTO E POSA CON TECNOLOGIA A TIEPIDO

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice. La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;

Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Additivi	Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$) e secondo tabella di riferimento precedente
<p>1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.</p>			

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

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

BASE ALTO MODULO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON POLIMERI E CON BITUME NORMALE

DESCRIZIONE

Lo strato di base alto modulo in conglomerato bituminoso con polimeri e con bitume normale è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”) previo preriscaldamento degli aggregati. La caratteristica principale consiste nell’elevata capacità portante conferita alla sovrastruttura stradale, attraverso una migliore ripartizione dei carichi e il sostanziale decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori. L’aggiunta dei polimeri avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso. La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 “Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura della miscela alla produzione;
- contenuto minimo di legante;
- composizione granulometrica;
- contenuto dei vuoti.

Il conglomerato bituminoso modificato con polimeri in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell’adattamento a eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine. Lo spessore dello strato di base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori. Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d’Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all’inizio delle lavorazioni e approvati dalla stessa D.L. e la loro presa visione non solleva comunque l’Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

MATERIALI COSTITUENTI

Legante

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA.

Bitume Normale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	□ - 8	□ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	□ 11	□ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	□ 0,5	□ 0,8

Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumate e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□ 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 0,5 (f0,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	<input type="checkbox"/> 60 (SE60)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> 10 (f10)

Filler di Additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	<input type="checkbox"/> R&B	8÷25 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder e usura. La percentuale di fresato 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.

ADDITIVI

Aggiunti agli aggregati o al bitume, gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Attivanti di adesione

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi. Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc).

L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,91±0,02
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Il dosaggio dovrà essere pari allo 0,1-0,5% sul peso del fresato ed eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate con opportuna documentazione alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Polimeri di additivazione

La modifica del conglomerato bituminoso con polimeri comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume normale.

Le maggiori prestazioni del conglomerato bituminoso saranno ottenute tramite la modifica della miscela con un compound composto da selezionati polimeri a basso peso molecolare e medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili.

Polimeri per la Modifica delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma omogenea
Colore			Monocromatico dal grigio al nero
Odore			Appena percettibile
Dimensione granuli		mm	3,0-5,0
Melt Index a 190 °C con peso da 2,16 kg	ISO 1133-1:2011	g/10'	2-4
Ceneri a 500 °C	UNI ISO 3451-1	%	≤ 3
Su bitume normale e 6% di polimero a 5 °C, aumento del modulo complesso con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	50-60
Su bitume normale e 6% di polimero a 5 °C, riduzione dell'angolo di fase con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	25-35
Su bitume normale e 6% di polimero a 40 °C, aumento del modulo complesso con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	65-75
Su bitume normale e 6% di polimero a 40 °C, riduzione dell'angolo di fase con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	20-30

Inoltre, sarà necessario fornire alla D.L. i Test Report di controllo di produzione per ogni lotto produttivo. L'azienda fornitrice dovrà avere Certificato ISO 9001, ISO 14001 e almeno 10 anni di referenze su tale prodotto.

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere. Indicativamente è pari a 6-10% sul peso del bitume totale.

Il polimero dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli inerti e prima del bitume, il quale deve essere introdotto con un ritardo di circa 10 sec, per garantire così l'omogeneità e la dispersione.

MISCELE

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del fresato dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥3,8 (Bmin 3,8)
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,063	3	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato), riferita al peso della miscela deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (con riferimento alla Stabilità e con provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
		Tipo di Miglioria
		Moderata additivazione
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□ 5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	1,6÷2,2
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	60 - 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C)		
T=5°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	20.000–28.000
T=20°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	10.000-18.000
T=40°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	1.200-3.000

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'idee 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 e una perfetta vagliatura che assicuri un'adeguata riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della 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 oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

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 dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo e uniforme rivestimento degli aggregati 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 un'adeguata adesione tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione emulsioni bituminose modificate. Il prodotto deve avere le seguenti caratteristiche:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa cationica 60% modificata			
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	40±2 (Classe 6)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	60±2 (Classe 6)
Flussante	UNI EN 1431	%	≤ 2 (Classe 2)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			

Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60 (Classe 2)
Energia di coesione con duttilometro a 5 °C	UNI EN 13589	J/cm ²	≥ 3 (Classe 2)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50 (Classe 5)

In ogni caso, il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35-0,45 kg/m².

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata per mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo sarà danneggiato o arrotondato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi siano fra 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 bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, i mezzi dovranno essere sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

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

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

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, d'idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva d'irregolarità e ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa dello strato di base sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Nel caso di stesa in doppio strato, tra le due stese dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa per la preparazione del piano di posa del secondo strato.

PRODUZIONE, TRASPORTO E POSA CON TECNOLOGIA A TIEPIDO

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice. La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;

Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Additivi	Contenitori	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente

Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$) e secondo tabella di riferimento precedente
<p>1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.</p>			

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

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

BINDER IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE CON BITUME NORMALE

DESCRIZIONE

Lo strato di binder in conglomerato bituminoso tradizionale con bitume normale è costituito da un misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici. La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura della miscela alla produzione;
- contenuto minimo di legante;
- composizione granulometrica;
- contenuto dei vuoti.

Il Binder ha la funzione di collegare lo strato di Usura a quello di Base, trasmettendo l'azione verticale dei carichi e assorbendo parte delle azioni flessionali senza deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di Binder è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa DL. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

MATERIALI COSTITUENTI

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Normale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	□ - 8	□ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	□ 11	□ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 – 1	%	□ 0,5	□ 0,8

Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumate e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□ 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 0,5 (f0,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	□ 60 (SE60)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 10

Filler di Additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	□R&B	8÷25 □□R&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di binder può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder e usura. La percentuale di fresato 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.

ADDITIVI

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

Attivanti di adesione

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,91±0,02

Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Il dosaggio dovrà essere pari allo 0,1-0,5% sul peso del fresato e eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate con opportuna documentazione alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

MISCELE

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del Fresato dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
20	100	100	≥4,20 (Bmin4,2)
16	90	100	
14	75	95	
12,5	65	85	
10	60	78	
8	52	70	
6,3	45	65	
4	35	55	
2	25	40	
1	18	30	
0,5	10	23	
0,25	6	15	
0,063	4	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato), riferita al peso della miscela deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	100
Rotazioni N3	---	160

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□ 5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,70÷1,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	60 - 250
Sensibilità all'acqua a 15°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR80)

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso 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 della 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 oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate. 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 dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati 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 140°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 tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa cationica 60% modificata			
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	40±2 (Classe 6)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	60±2 (Classe 6)
Flussante	UNI EN 1431	%	≤ 2 (Classe 2)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60 (Classe 2)
Energia di coesione con duttilometro a 5 °C	UNI EN 13589	J/cm2	≥ 3 (Classe 2)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50 (Classe 5)

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35-0,45 kg/m².

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

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

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

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

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà 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 bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di Binder dovranno essere utilizzati rulli combinati e/o rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di Binder sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Nel caso di stesa in doppio strato, tra le due stese dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa per la preparazione del piano di posa del secondo strato.

PRODUZIONE, TRASPORTO E POSA CON TECNOLOGIA A TIEPIDO

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice. La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;

Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Additivi	Contenitori	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$) e secondo tabella di riferimento precedente
--------	----------------	--------------------------------	--

- * 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:
- aggregato grosso = ± 3 punti percentuali;
 - aggregato fino = ± 2 punti percentuali;
 - passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.
2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente. Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE CON BITUMENORMALE

DESCRIZIONE

Lo strato di Usura in conglomerato bituminoso tradizionale con bitume normale è costituito da un misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

temperatura della miscela alla produzione;

contenuto minimo di legante;

composizione granulometrica;

contenuto dei vuoti.

L'usura ha il compito di assicurare confort, economicità di marcia e sicurezza. Pertanto, deve garantire elevata aderenza pneumatico-pavimentazione e avere elevata resistenza agli sforzi tangenziali e alle deformazioni verticali permanenti (ormaie). Lo spessore dello strato del usura è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo

rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

MATERIALI COSTITUENTI

Legante

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA.

Bitume Normale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	□ - 8	□ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	□ 11	□ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	□ 0,5	□ 0,8

Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà essere totalmente frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso				
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)	
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 20 (LA20)	
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C100/0	

Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	□ 44 (PSV44)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□ 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 0,5 (f0,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Se richiesto dall'Ente Appaltante o dalla D.L., dovranno essere utilizzati aggregati con resistenza alla frammentazione LA ≤ 18% che saranno riconosciuti economicamente.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	□ 75 (SE75)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□ 10 (f10)

Filler di Additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI EN 13179-1	□R&B	8÷25
Rapporto filler/bitume = 1,5			□□R&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 20%.

Per lo strato di usura può essere riciclato materiale fresato proveniente solamente da altri strati di usura. La percentuale di fresato 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.

ADDITIVI

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

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,91±0,02
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Il dosaggio dovrà essere pari allo 0,1-0,5% sul peso del fresato e eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate con opportuna documentazione alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

MISCELE

La miscela degli aggregati lapidei dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito, in funzione dello spessore dello strato da realizzare:

Fuso Granulometrico Usura			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
12,5	100	100	≥4,8 (Bmin4,8)
10	90	100	
8	80	100	
6,3	65	88	
4	44	64	
2	28	42	
1	20	33	
0,5	12	24	
0,25	8	18	
0,063	6	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato), riferita al peso della miscela deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (con riferimento alla Stabilità e con provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□ 5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15(Vmax14)

Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	0,70÷1,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	60 - 250
Sensibilità all'acqua a 15°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso 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 della 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 oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

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 dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materile vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto.

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 tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione cationica 55%
--

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	45±2 (Classe 5)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	55±2 (Classe 5)
Flussante	UNI EN 1431	%	0-3 (Classe 3)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 43 (Classe 6)

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35-0,45 kg/m².

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata all'precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà 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 bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

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

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

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

La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Per gli strati di Usura dovranno essere utilizzati rulli

combinati e/o rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di Usura sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

PRODUZIONE, TRASPORTO E POSA CON TECNOLOGIA A TIEPIDO

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice.

La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;

Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

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

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni	Secondo tabella di riferimento

		2500 m3 di stesa	precedente
Additivi	Contenitori	Settimanale oppure	Secondo tabella di riferimento

		ogni 2500 m3 di stesa	precedente
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$) e secondo tabella di riferimento precedente
Macrorugosità	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** $\geq 0,45$
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 $\geq 0,55$ BPN ≥ 62

* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:

- aggregato grosso = ± 3 punti percentuali;
- aggregato fino = ± 2 punti percentuali;
- passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.

2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.

** Se determinata con SCRIM, SUMMS o ERMES, il valore sarà così determinato HS = 0,2+0,8MPD

*** La verifica dell'altezza in sabbia e dell'aderenza trasversale devono essere effettuate in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico. Inoltre, il CAT₁ deve essere riportato alla temperatura di riferimento a 20°C secondo la seguente formula $CAT_{20} = CAT_t / (0,548 + (44,69 / (t + 80)))$

7 - SEGNALETICA STRADALE

SEGNALETICA FISSA

Norme tecniche per segnaletica stradale

I segnali dovranno rispettare le prescrizioni:

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

Alle citate Circolari e Disciplinari si rimanda per quanto attiene colori, visibilità diurna e notturna, dimensioni e forme, installazioni, caratteristiche dei sostegni e supporti, coordinate colorimetriche,

simboli, iscrizioni, riflettenza, eccetera. Per argomenti trattati da più circolari e Disciplinari ci si riferirà a quella più recente ed aggiornata.

Segnaletica orizzontale

Condizioni operative

I lavori di segnaletica orizzontale non potranno essere eseguiti quando si verifichi anche una sola delle seguenti condizioni: umidità relativa superiore all'80%;

temperatura inferiore ai +5° C;

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

Le caratteristiche funzionali necessarie per garantire l'idoneità dei prodotti per la segnaletica orizzontale stradale nei centri urbani sono la visibilità diurna, la resistenza all'usura, l'antiscivolosità, la visibilità notturna, l'aspetto e la vita utile.

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

Visibilità diurna.

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

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

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

Resistenza all'usura

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

Antiscivolosità

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

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

Visibilità notturna

La visibilità notturna (RI), intesa come retroriflessione data per la luce inviata dai fari degli

autoveicoli, nei centri urbani, essendo le vie illuminate, assume minore importanza che non sulle strade extraurbane dove è essenziale.

Aspetto

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

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

Vita utile

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

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

Criteri di accettazione dei materiali

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

La idoneità dei prodotti potrà, in ogni momento, essere controllata su strada con gli appositi strumenti normalizzati.

Prima della consegna dei lavori, è richiesta una prova pratica su strada a dimostrazione della idoneità dei prodotti nonché del metodo di applicazione.

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

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

Nome commerciale del prodotto, accompagnato dalle modalità di applicazione con istruzioni dettagliate sulle quantità per mq utilizzate e sugli spessori in caso.

Pittura a solvente o a base acqua con sfere di vetro premiscelate: Fattore di luminanza $BY \geq 0,40$

Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 35$

Coefficienza di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o n presenza di illuminazione stradale (luce diffusa) $Qd \Rightarrow 80$ Coefficiente di resistenza al derapaggio $SRT \geq 45$

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

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

della Direzione Lavori.

Laminati plastici per segnaletica orizzontale

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

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

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

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

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

Eventuale ritenzione di sporco anche dovuta a fenomeni elettrostatici verrà valutata come alterazione di colore. Resistenza ai lubrificanti ed agli agenti atmosferici

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

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

Adesività: i segni dovranno conservare la loro perfetta adesione al manto e non si dovranno riscontrare deformazioni o slittamenti. Spessore

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

Colati plastici a freddo per segnaletica orizzontale

Colato plastico a freddo bicomponente per l'esecuzione di passaggi pedonali, linee di mezzzeria, scritte, zebature, linee di arresto, simboli ecc.

Caratteristiche fisiche del colato plastico applicato su pavimentazione: Rilievi su pavimentazione asciutta

- Fattore di Luminanza $B Y \geq 0,50$
 - Coefficiente di luminanza retroriflessa $R_l \geq 50$
 - coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale (luce diffusa) $Q_d \geq 150$ Misura della resistenza di attrito radente con il pendolo British Portable Skid Resistance Tester $SRT \geq 45$
- Residuo secco del prodotto allo stato solido rispetto allo stato fluido > 98%

- Tempo di indurimento a 20° 15 Minuti

Colato plastico a freddo bicomponente applicato con macchina operatrice per l'esecuzione di linee

di mezzeria su strade scarsamente illuminate o non illuminate: Caratteristiche fisiche su pavimentazione asciutta: -Fattore di Luminanza $B Y \geq 0,30$ - Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 150$ Coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale(luce diffusa) $Qd \geq 130$ Misura della resistenza di attrito radente con il pendolo BritishPortableSkidResistance Tester SRT(su bagnato)

≥ 45 Residuo secco del prodotto allo stato solido rispetto allo stato fluido $> 98\%$ Tempo di indurimento a 20° 10 minuti

Colato plastico a freddo bicomponente applicato con macchina operatrice per l'esecuzione di linee di mezzeria e marginali con il sistema a Profilo Variabile o con sistema a goccia con lo scopo di ottenere visibilità notturna anche in presenza di strada bagnata e pioggia e un effetto vibratorio ed acustico in caso di transito da parte delle ruote dei veicoli, l'applicazione può essere utilizzata su strade scarsamente illuminate o non illuminate o nelle grandi arterie di penetrazione nei centri abitati: Caratteristiche fisiche su pavimentazione asciutta: -

Fattore di Luminanza $B Y \geq 0,30$ - Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 150$ Coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale(luce diffusa) $Qd \geq 130$ Misura della resistenza di attrito radente con il pendolo BritishPortableSkidResistance Tester SRT(su bagnato) ≥ 45 Residuo secco del prodotto allo stato solido rispetto allo stato fluido $> 98\%$ Tempo di indurimento a 20° 10 minuti Caratteristiche fisiche su pavimentazione bagnata: - Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 35$

Lminato elastoplastico. Caratteristiche fisiche su pavimentazione asciutta:

-Fattore di Luminanza $B Y \geq 0,50$ - Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 150$ Coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale(luce diffusa) $Qd \geq 150$ Misura della resistenza di attrito radente con il pendolo BritishPortableSkidResistance Tester SRT(su bagnato) ≥ 55

16.2.10.4) Pittura a solvente o a base acqua con sfere di vetro premiscelate: - Fattore di luminanza $B Y \geq 0,40$ - Coefficiente di luminanza retroriflessa $RI \geq 35$ Coefficiente di luminanza retroriflessa alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale(luce diffusa) $Qd \geq 80$ Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT ≥ 45

Segnaletica verticale

La ditta dovrà presentare una dichiarazione impegnativa sulla garanzia di durata dei prodotti che verranno consegnati. Dovranno essere inoltre indicati i produttori dei componenti non prodotti dalla ditta aggiudicataria.

CARTELLI

Dovranno essere conformi alle prescrizioni del: a)Nuovo Codice della Strada - DL n° 285 del 30/04/92

b) Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada - DPR n° 495 del 16/12/95; Per quanto non in contrasto con i predetti DL e DPR dal:

c) DM Min.LL.PP.del 31/03/95 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 09/05/95)

d) altri decreti, disciplinari e circolari del Min.dei LL.PP.in materia.

Alle citate circolari e disciplinari si rimanda per quanto attiene ai colori, alla visibilità diurna e

notturna, dimensioni e forme, caratteristiche dei supporti e sostegni, coordinate colorimetriche, simboli, iscrizioni, riflettanza, ecc.; Per argomenti trattati da più circolari e disciplinari ci si riferirà a quella più recente ed aggiornata.

SUPPORTI

Dovranno essere realizzati in laminato di alluminio puro al 99,5% - 1050 a (UNI 4507) valori aggiornati con Norme UNI FA 60 Edizione Luglio 1975.

Lo spessore del laminato dovrà essere non inferiore a 0,0025 metri.

Il supporto dovrà essere scatolato (bordatura d' irrigidimento su tutto il perimetro).

Sul retro dovrà essere munito di attacchi scanalati ove verranno alloggiare le staffe per l' applicazione dei sostegni.

Gli attacchi scanalati dovranno essere resi solidali al supporto con idoneo numero di punti di saldatura che ne impediscano il minimo distacco in fase di serraggio delle staffe con gli appositi dadi e bulloni, o con nastro d' acciaio.

Gli attacchi scanalati e le staffe dovranno inoltre essere dimensionati in modo tale da non subire la pur minima deformazione in detta fase di serraggio.

La faccia posteriore dovrà essere verniciata in grigio neutro.

I supporti di superficie superiore a mq 0,4 dovranno essere rinforzati posteriormente con profilati di alluminio scanalato di larghezza pari a quella della targa ed in numero di due per il primo metro di altezza, più uno ogni metro o frazione di metro successivo.

Nella scanalatura verranno alloggiare le relative staffe per l' applicazione sui sostegni.

ACCESSORI E TRATTAMENTI

I bulloni e i dadi dovranno essere in acciaio INOX e le staffe in acciaio INOX o alluminio.

I supporti di tutti i cartelli stradali, pannelli, ecc., costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigio neutro).

Il tipo di vernice e di tecnica per l'esecuzione della verniciatura, dovranno essere i più idonei e rispondenti al tipo di materiale in questione, anche in funzione dell'esposizione agli agenti atmosferici.

Sulla faccia anteriore (faccia a vista) del supporto dovrà essere applicato il simbolo realizzato con pellicola rifrangente a normale efficienza luminosa o ad elevata efficienza luminosa, le cui caratteristiche sono indicate nelle presenti norme tecniche.

Sul retro del supporto andrà riportata la scritta " Direzione dei Lavori ", l'anno di costruzione, il nome del costruttore ed ogni altra indicazione prevista dal Codice della Strada e dalle altre normative in materia in vigore al momento dell'offerta.

PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere conformi alle prescrizioni del:

- A) Nuovo Codice della Strada - DL n° 285 del 30/04/92
- b. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada - DPR n° 495 del 16/12/95; Per quanto non in contrasto con i predetti DL e DPR dal:
- c).DM Min. LL.PP. del 31/03/95 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 09/05/95)
- d) altri decreti, disciplinari e circolari del Min. dei LL.PP. in materia.

CARATTERISTICHE MECCANICHE E QUALITÀ' DEI SOSTEGNI PER SEGNALETICA VERTICALE FISSA.

I sostegni a palo per i segnali verticali saranno costituiti da paline tubolari diam.60 mm in acciaio Fe 360 spessore minimo 3 mm. Le paline in acciaio saranno zincate a caldo (spessore della zincatura di almeno 80 micron).

La zincatura dovrà coprire integralmente il sostegno senza che vi siano punti di discontinuità sulla superficie.

La parte superiore dei sostegni tubolari sarà chiusa alla sommità con tappo in plastica; quella inferiore avrà un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio saldato diam.10 mm, lunghezza 200 mm compreso nella fornitura, e comunque conformemente alle prescrizioni previste all'art.82 DPR n° 495 del 16/12/92.

Segnaletica inerente alla viabilità esistente

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

Segnaletica inerente alla viabilità provvisoria

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

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

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

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

Resta precisata in ogni caso la totale responsabilità dell'Appaltatore sulla attivazione tempestiva e

sistematica dei segnali luminosi e della manutenzione per la perfetta efficienza funzionale di ogni apparato segnaletico, sia singolo che complessivo.

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

Il progetto della segnaletica orizzontale e verticale verrà predisposto dall'Appaltatore, tale progetto verrà trasmesso alla Direzione dei Lavori che ne approverà la stesura in accordo con il proprio Ufficio Tecnico.

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

Garanzie sulla segnaletica fissa

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

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

8 – ACCETTAZIONE MATERIALI

ART.72 - OPERE IN ACCIAIO

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento (dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità queste verranno rifinite con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 2 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

a) saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità.

b) bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica.

c) chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere, inoltre, effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno, infine, applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in ferro sono fissate dalle seguenti specifiche.

Ferro-Acciaio

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce e ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

Acciai

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

Il D.L. si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico deposito, sollevamento, e montaggio, si dovrà avere la massima cura, affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 27 luglio 1985, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del D.L.

Verniciature - Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Apparecchi d'appoggio - Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni C.N.R. - UNI 10018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti e

accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme UNI, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati, prima delle lavorazioni, dal D.L., il quale potrà svolgere controlli anche in officina. Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

ART. 94 - CARATTERISTICHE GENERALI DI QUALITÀ DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori oggetto dell'Appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione cui sono destinati.

In ogni caso i materiali, prima di essere forniti, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra od a quelli altrimenti specificati nei successivi articoli di questo Capitolato Speciale d'Appalto.

La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

I materiali forniti dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà, che offrano adeguata garanzia per la fornitura con costanza di caratteristiche.

Tutti i materiali impiegati dovranno rispondere ai requisiti di accettazione fissati da disposizioni di legge o da prescrizioni vigenti in materia, essere nuovi ed avere dimensioni, forma, lavorazione secondo le prescrizioni del Settore Tecnico. Prima di dar corso alle forniture l'Assuntore dovrà, se richiesto, segnalarne la provenienza ed ottenere l'approvazione da parte del Direttore dei Lavori.

Se i materiali già posti in opera si scoprissero di cattiva qualità o i lavori relativi si riscontrassero difettosi, la Stazione Appaltante li farà sostituire o rifare a cura e spese dell'Appaltatore, con diritto inoltre di addebitare le maggiori spese per ripristini.

ART. 95 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Tutti i materiali dell'impianto devono essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio a cui sono destinati, secondo quanto indicato nella legge n. 46/1990.

La conformità di un componente alla relativa norma deve essere dichiarata dal costruttore e comprovata da specifica documentazione.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, responsabile.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme UNI e alle tabelle di unificazione, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato speciale, potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.

Qualora la direzione dei lavori rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo motivato giudizio, li ritiene di qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita dell'impianto e quindi non accettabili, l'appaltatrice, a sua cura e spese, deve sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

Art. 96 - MATERIALI IN GENERE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

In particolare, per quanto riguarda i materiali e le apparecchiature usate negli impianti tecnologici, essi dovranno essere conformi alla normativa tecnica di settore ed essere dotati di tutte le certificazioni obbligatorie (omologazioni, collaudi ecc.) ed essere dimensionati all'impianto e all'uso a cui sono destinati.

ART. 97 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla direzione dei lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato speciale e al progetto approvato.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre ditte.

La ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

Salvo preventive prescrizioni dell'amministrazione appaltante, la ditta appaltatrice ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

La direzione dei lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salva la facoltà della ditta appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti.

ART. 98 - NORME GENERALI PER IL COLLOCAMENTO IN OPERA

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamenti, stuccature e riduzioni in pristino).

L'impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione dei lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo

l'Impresa unica responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

ART. 99 - CERTIFICAZIONI DEI MATERIALI

L'Appaltatore dovrà esibire - prima dell'impiego e se richiesti - al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di omologazione" se prescritti dalle norme, nonché le schede tecniche dei materiali e prodotti utilizzati nelle lavorazioni.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

Voghera, li

Il progettista delle strutture
Dr. Ing. Cesare Campanini