



STUDIO BELLORA

Via Firenze 22 15121 Alessandria ITALIA - Tel. +39 0131443542 Fax. +39 0131445378
www.studiobellora.eu - E-MAIL: info@studiobellora.eu

PROGETTISTA PAOLO BELLORA architetto

COLLABORATORE Claudio Ponte architetto

PROGETTISTA OO.UU. DARIO ALBERTO ingegnere
Via Villafalletto, 28
12037 Saluzzo (CN)



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A908 Dott. Ing. Dario Alberto

PROPRIETA'

Consorzio Agrario del Piemonte Orientale Soc.
Coop.
Piazza Zumaglini, 12 - Vercelli

OGGETTO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
"AREA CONSORZIO AGRARIO"

Progetto definitivo delle opere di urbanizzazione

TITOLO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

DATA

21 luglio 2015

elab.10.0.6

PRESTAZIONI RICHIESTE AGLI ELEMENTI TECNICI

Gli elementi tecnici impiegati nella nuova opera devono rispondere alle esigenze funzionali individuate e descritte nella relazione descrittiva. Si riportano nel seguito le specifiche tecniche richieste agli elementi di maggior importanza e/o a più elevato contenuto tecnologico. Per le altre categorie di opere generali (scavi, movimenti terra, ecc.) valgono le ordinarie indicazioni tecniche desumibili dalle regole d'arte e dalle prescrizioni del capitolato generale delle opere pubbliche, nonché le prescrizioni tecniche proprie del Comune di Alessandria - Ufficio Tecnico Lavori Pubblici.

La specificazione delle prestazioni richieste a tali opere generali verrà riportata nel capitolato speciale d'appalto, all'interno della documentazione del progetto esecutivo dell'intervento.

Infrastruttura stradale

Il nuovo collegamento viario fra Via Vecchia Torino e la rotatoria di piazzale Alba Iulia con relative nuove intersezioni a circolazione rotatoria dovrà possedere una pavimentazione stradale atta a garantire un ottimo livello prestazionale conseguibile, in relazione alle diverse condizioni atmosferiche e di traffico, mediante una buona qualità e composizione granulometrica degli aggregati ed una buona scelta del legante. Oltre ad un corretto mix-design della miscela bituminosa, la sicurezza della circolazione rotatoria dovrà essere garantita dalla corretta posa in opera, secondo le prescrizioni che verranno riportate nel capitolato e secondo adeguate scelte progettuali, quali pendenze trasversali e longitudinali e raccordi planoaltimetrici.

La formazione del sottofondo, l'applicazione del geotessile in tessuto non tessuto, la fondazione in misto granulare cementato, lo strato di base, lo strato di collegamento (binder), la mano d'attacco (primer) e lo strato di usura dovranno rispondere a tutti i requisiti di progetto richiesti e a tutte le prescrizioni tecniche al fine di garantire la perfetta realizzazione della pavimentazione stradale flessibile a regola d'arte.

Impianto di illuminazione

Al fine di garantire la sicurezza per la circolazione veicolare nella fascia notturna si prevede l'installazione di un impianto di illuminazione pubblica in modo da assicurare buone condizioni di visibilità. L'impianto dovrà fornire infatti un'adeguata luminanza della superficie stradale cosicché essa sia chiaramente riconoscibile dal guidatore garantendo in qualsiasi punto il necessario contrasto di luminanza tra ostacoli e sfondo ed al contempo una limitazione

dell'abbagliamento da parte dei centri luminosi. La scelta dei corpi illuminanti da parte della ditta realizzatrice (ENEL SOLE) e l'individuazione dei punti di installazione effettiva dovrà rispondere a quanto previsto dalla norma UNI 10439. La direzione lavori potrà richiedere una verifica illuminotecnica dell'impianto quando gli elementi da installare differiscano significativamente per caratteristiche e/o ubicazione da quanto previsto originariamente in progetto.

Tutte le condutture di bassa tensione dovranno essere realizzate con canalizzazioni (tubi e canali) e/o con passerelle portacavi e con caratteristiche specifiche (materiale, dimensioni, ecc.) relativamente alle condizioni di posa. Si dovrà tenere presente quanto stabilito dalle prescrizioni generali e dalle specifiche relative alla posa delle condutture per quanto concerne lo stipamento massimo ammesso e la sfilabilità delle linee. I cavi impiegati dovranno essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e dovranno rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo le tabelle CEI – UNEL.

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, dovranno rispondere alla prova di non propagazione del fuoco della norma CEI 20-35.

I conduttori che costituiranno gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni della norma CEI 23-17. Essi dovranno essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi dovrà essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi dovranno essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. Le scatole da inserire eventualmente nei getti di calcestruzzo (plinti di fondazione) dovranno avere caratteristiche idonee per sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

Segnaletica orizzontale

Per quanto riguarda la segnaletica, dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel vigente D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 così come modificato ed integrato dal D.L. 10 settembre 1993, n. 360 e dalla legge 30 marzo 1999 n° 83; dovranno inoltre essere rispettate le seguenti caratteristiche tecniche degli elementi costituenti.

Tipo di materiale ed aspetto

Tutta la segnaletica dovrà essere realizzata in conformità al Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e al relativo Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo Codice della strada, D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e successivi aggiornamenti.

La vernice richiesta dovrà essere ottenuta attraverso la lavorazione in mulini a pale onde ottenere un prodotto finemente macinato e disperso, esente da grumi e pellicole.

Anche dopo sei mesi di stoccaggio in magazzino a temperatura non inferiore a 10 °C, tale aspetto dovrà permanere; sarà tollerata una leggera sedimentazione del pigmento sul fondo del contenitore che però in ogni caso dovrà potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo di spatola od agitatore.

La pittura catarifrangente sarà a perline premiscelate ad alta rifrangenza e resistenza e di forte intensità luminosa notturna.

Colore

Il colore della vernice dovrà essere giallo e bianco, nel primo caso per segnalare i lavori di cantiere in corso, nel secondo caso costituirà la segnaletica permanente verniciata ad ultimazione lavori e secondo il giudizio del Direttore dei Lavori.

Il colore bianco della vernice dovrà ottenersi esclusivamente con il biossido di titanio rutilo, il giallo con il cromato di piombo.

Entrambe le vernici dovranno risultare molto coprenti.

Dopo l'essiccazione la pittura bianca deve presentarsi con un tono di bianco molto puro, senza sfumature grigie e giallastre; al contrario la pittura gialla si deve presentare con un tono di colore giallo cromo caldo.

Peso specifico

Il peso specifico per la vernice bianca potrà variare da 1.500 a 1.700 kg/litro a 25 °C., per la vernice gialla da 1.550 a 1.750 kg/litro a 25 °C.

Viscosità

La viscosità dovrà corrispondere alle seguenti misurazioni: al viscosimetro Stormo-Krebs con misurazione a 25 ° C da 50 a 90 K U (unità Krebs) oppure alla Coppa Ford n. 4 su prodotto diluito al 5% con misurazione a + 25 °C; passaggio in minuti secondi 160 - 180 - 200.

Composizione

Composizione della vernice:

- pigmenti vari 65%
- veicolo secco 15%
- solventi 20%

Perline di vetro

Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori, del tipo speciale idrorepellente, non dovranno diventare lattescenti all'usura ed all'umidità e dovranno conservare per 12 mesi la piena luminosità.

Le perline di vetro dovranno avere un diametro compreso tra 0,006 mm e 0,30 mm e la loro quantità in peso dovrà essere del 33% per il bianco e del 30% per il giallo.

Le perline dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- indice di rifrazione non inferiore a 1.50 (metodo di misurazione luce al tungsteno);
- indice di idrorepellenza: le perline non dovranno diventare opalescenti se bollite un'ora in acqua distillata e poi filtrate ed asciugate, oppure se immerse in soluzione acida a 25 gradi C. PH/5.

Essiccazione

L'essiccazione dovrà avvenire in circa 20 minuti primi per prodotto applicato a temperatura non inferiore ai 15 gradi °C e con una umidità relativa inferiore al 70%.

Solventi

I solventi e gli essiccanti dovranno essere a base d'acqua o derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio, secondo la legge in vigore.

Inoltre non dovranno ingiallire il manto stradale bitumato o lasciarlo, dopo il loro uso, di colore grigio chiaro.

Diluizione

Le vernici rifrangenti potranno essere diluite a norma di legge con idoneo solvente in misura del 5 al massimo 10% in percentuale.

Resa media

Le strisce orizzontali di mezzzeria e laterali dovranno avere una rifrangenza tale da svolgere una perfetta ed inalterata funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli sotto l'azione delle luci dei fari dopo 180 giorni di esercizio effettivo e dovranno mantenersi efficienti per almeno un anno.

La segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita a regola d'arte con andamento perfettamente rettilineo nei tratti in rettilineo e curvilineo nelle curve. La striscia tratteggiata dovrà presentare l'interruzione netta senza alcuna sbavatura.

Opere di regimazione delle acque piovane

Nella realizzazione degli interventi si dovrà anche tenere conto delle opere idrauliche ivi esistenti, evitando nel modo più assoluto danneggiamenti a condotte e/o possibili perturbazioni al libero deflusso delle acque. I tombini esistenti sotto strada dovranno essere prolungati, ove ritenuto opportuno, al di fuori delle aree di intervento, con utilizzo di tubi in calcestruzzo turbocompresso o altri similari elementi prefabbricati in cls o acciaio.

Cordonature

1.1.1 Cordoli in pietra

I cordoli di delimitazione delle isole spartitraffico e delle circonferenze interne delle isole centrali sono stati previsti in binderi di pietra di Luserna, in quanto inattaccabile dai sali ordinariamente impiegati per le operazioni di trattamento della sede stradale nel periodo invernale. Detto materiale presenta caratteristiche antigelive ed adeguata resistenza meccanica, idoneo quindi per impieghi con ridotti interventi manutentivi. I cordoli avranno dimensioni indicative di 30x12 cm, con posa ordinaria in verticale su strato di calcestruzzo di base. Nell'impiego come cordoni di delimitazione dell'isola centrale è previsto un tratto emergente di cordolo di circa 10 cm rispetto alla quota del terreno, in modo da contenere eventuali dilavamenti del terreno prima della sistemazione completa dell'isola. Per gli elementi da impiegarsi nelle zone sormontabili, potrà prevedersi anche la posa in orizzontale; in questo caso lo spigolo superiore esterno dei cordoni dovrà essere smussato ed arrotondato.

1.1.2 Cordoli in calcestruzzo

Per la delimitazione della fascia pavimentata perimetrale all'isola centrale delle rotatorie di Via Vecchia Torino e di smistamento centrale del PEC è previsto l'utilizzo di cordoli speciali alla francese tipo "Hobag" in calcestruzzo a sezione rastremata (30x20 cm con smusso 25x10), sormontabili dai mezzi pesanti. La faccia inclinata presenta delle scanalature trasversali; dovranno essere impiegati pezzi speciali (curve a 90° - 30°) per la delimitazione delle punte delle cordolature. Il calcestruzzo dovrà essere additivato con fibre o comunque costruito con miscela idonea a resistere all'attacco dei sali disgelanti (cemento pozzolanico o da altoforno).



Cordoli sormontabili a delimitazione della fascia pavimentata perimetrale all'isola centrale

Per le isole spartitraffico della rotonda di piazzale Alba lulia si utilizzeranno invece cordoli in cls armati tipo "ANAS", impiegati con disposizione orizzontale, potenzialmente "sormontabile". Le caratteristiche di detti cordoli dovranno essere uguali a quelle richieste dal capitolato ANAS.

Pavimentazione autobloccante

La pavimentazione delle isole spartitraffico e della fascia perimetrale all'isola centrale è prevista in elementi tipo marmette autobloccanti (sistemi porfidblock o similari), con cubetti a spacco di pietra ricostruita: l'aspetto finito è in tutto simile a quello di una pavimentazione in porfido o in pietra tradizionale, con il vantaggio di un costo più contenuto ed un miglior bilancio ambientale in quanto ottenuti con reimpiego di scarti di lavorazione del materiale più nobile. La pavimentazione viene realizzata con metodo a martello su letto di sabbia, su sottostante basamento in calcestruzzo con rete elettrosaldata per garantire la carrabilità effettiva delle superfici così pavimentate.



Fascia perimetrale all'isola centrale pavimentata con blocchi tipo "porfidbloc"

La resistenza media a compressione dovrà essere almeno di 600 kg/cm^2 , la resistenza caratteristica a trazione indiretta per taglio di $3,60 \text{ Mpa}$, il carico di rottura di 250 N/mm^2 , la resistenza all'abrasione minore di 23 mm (secondo metodo di prova EN 1338) ed un assorbimento d'acqua medio minore del 6% .

La posa in opera che dovrà essere eseguita a secco comprende:

- stesura e staggiatura di un fondo di allettamento di sabbia/ghiaino con granulometria 0/6 per uno spessore di cm 4-5;
- posa in opera dei masselli;
- eventuali tagli eseguiti a spacco;
- battitura della pavimentazione con piastra vibrante provvista di tappeto in gomma protettiva;
- spolvero finale di un manto di sabbia fine destinata alla sigillatura dei giunti, con eventuale aggiunta di polvere di cemento nelle percentuali indicate dalla D.L. per conseguire una maggior stabilità della pavimentazione.

Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

I tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare dovranno corrispondere a quanto indicato sui disegni del progetto strutturale esecutivo.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto, al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Tale studio dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori, di norma, autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti prescrizioni si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, ordinario e precompresso, con esclusione dei calcestruzzi leggeri non strutturali. Esse definiscono le condizioni operative affinché il calcestruzzo possieda le caratteristiche prestazionali richieste, a norma dei codici CEB-FIP ed EC2 e la UNI-EN 206-1.

DEFINIZIONI

Il calcestruzzo deve essere specificato dal progettista in funzione della classe di resistenza, della classe di esposizione ambientale, della dimensione nominale massima dell'aggregato, nonché della classe di consistenza.

La composizione, cemento, aggregato, acqua, additivi ed eventuali aggiunte deve essere tale da soddisfare le specifiche prestazionali e da minimizzare i fenomeni di segregazione e di essudazione del calcestruzzo fresco.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si deve tenere conto delle condizioni di esposizione, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento ed il rapporto massimo acqua/cemento sono definiti principalmente sulla base delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste; in ogni caso il calcestruzzo armato, ordinario o precompresso, deve contenere sufficiente cemento per assicurare un adeguato grado di protezione dell'acciaio contro la corrosione.

LAVORABILITÀ

La lavorabilità, designata correntemente con il termine «consistenza» nella normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la

produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma o tra la produzione e la finitura, se richiesta.

Poiché le caratteristiche desiderate di durabilità e di resistenza meccanica possono essere effettivamente raggiunte soltanto se la movimentazione, la posa in opera e la stagionatura avvengono correttamente, la lavorabilità è imposta dal tipo di costruzione e dai metodi di posa in opera adottati, in particolare dal metodo di compattazione la cui efficacia va comunque garantita.

Nello studio della composizione del calcestruzzo occorre conciliare le caratteristiche dell'impasto fresco con i requisiti di resistenza meccanica e di durabilità dell'impasto indurito.

Le proprietà del calcestruzzo fresco collegate con la lavorabilità sono:

- la stabilità, ossia la capacità dell'impasto a mantenere, sotto l'azione di forze esterne, l'uniformità di distribuzione dei componenti;
- la mobilità, ossia la facilità con la quale l'impasto fluisce nella cassaforma fino a raggiungere le zone meno accessibili;
- la compattabilità, ossia la facilità con la quale l'impasto può essere assestato nella cassaforma e l'aria intrappolata rimossa.

Mobilità e stabilità sono in rapporto con la consistenza o rigidità propria dell'impasto e come questa dipendono dal contenuto di acqua, dalla temperatura, dalla presenza di additivi.

Misura della consistenza.

Il metodo di misura della consistenza più largamente adottato è l'abbassamento al cono (UNI 9418). Su tale metodo è basata la classificazione del calcestruzzo in funzione della consistenza.

Classi di consistenza mediante la misura dell'abbassamento al cono

Classe di consistenza	Abbassamento mm	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Al riguardo si hanno tre principali forme di abbassamento:

- la prima forma, con abbassamento uniforme, senza alcuna rottura della massa, indica comportamento regolare.
- la seconda con abbassamento asimmetrico (a taglio) spesso indica mancanza di coesione; essa tende a manifestarsi con miscele facili alla segregazione. In caso di persistenza, a prova ripetuta, il calcestruzzo è da ritenere inidoneo al getto.

- la terza, con abbassamento generalizzato (collasso), indica miscele magre oppure molto umide calcestruzzi autolivellanti, additivati con superfluidificanti.

Fattori che influenzano la lavorabilità.

La lavorabilità di un calcestruzzo è influenzata da più fattori: dal contenuto d'acqua, dalle caratteristiche particellari degli aggregati, dal tempo, dalla temperatura, dalle caratteristiche del cemento, dagli additivi.

Perdita di lavorabilità.

La lavorabilità è una proprietà del calcestruzzo fresco che diminuisce col procedere delle reazioni di idratazioni del cemento. È pertanto necessario che l'impasto possieda la lavorabilità richiesta al momento della sua posa in opera.

Se l'intervallo di tempo che intercorre fra confezione e getto non è breve e soprattutto se la temperatura ambiente è elevata, la lavorabilità iniziale deve essere maggiore di quella richiesta per la posa in opera.

STAGIONATURA

Con un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo dovrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa ed in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo in primo luogo perchè l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e per il progredire delle reazioni pozzolaniche, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, ed in secondo luogo per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi.
- In generale, impedendo l'essiccazione superficiale (stagionatura protetta), ed ottenendo di conseguenza un manufatto dotato di un copriferro pressochè impermeabile e privo di fessure, si garantisce anche il raggiungimento della resistenza meccanica desiderata per il calcestruzzo.
- il congelamento dell'acqua di impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento.
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

Stagionatura ordinaria.

Si definisce «ordinaria» la stagionatura che avviene alla temperatura ambiente, nell'intervallo 5 ÷ 35° C, con esclusione di qualsiasi intervento esterno di riscaldamento o di raffreddamento.

Classi climatiche

CLASSI CLIMATICHE		UMIDITA' RELATIVA MEDIA
Classe U	umida	> 80 %
Classe M	moderata	nell'intervallo tra 65 e 80 %
Classe S	secca	nell'intervallo tra 45 e 65 %
Classe SS	Molto secca	< 45 %

La stagionatura protetta deve essere prolungata finché l'idratazione raggiunga un grado tale da assicurare le resistenze relative elencate nella tabella seguente.

Valori di proporzioni di resistenza (*) del calcestruzzo alla fine della stagionatura

CLASSI CLIMATICHE	PROPORZIONE DI RESISTENZA
U	0,10
M	0,40
S	0,50
SS	0,60

(*) La proporzione di resistenza è data dal rapporto tra la resistenza media del calcestruzzo, alla fine del periodo di stagionatura, e la resistenza media a 28 gg. del calcestruzzo confezionato, stagionato e provato in accordo con EN ISO 2735/2 e EN ISO 4102/1.

Stagionatura accelerata con vapore a bassa pressione.

Consiste nel sottoporre il calcestruzzo, dopo il getto, all'effetto combinato di calore ed umidità mediante invio di vapor saturo a bassa pressione nell'ambiente di trattamento. Un trattamento adeguato può consentire lo sviluppo a 24 ore, od anche a tempi più brevi, di resistenze meccaniche a compressione dell'ordine del 60 % di quelle che si potrebbero ottenere a 28 gg. con la maturazione normale (20° C; 100 % UR).

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo sarà di regola specificato dal progettista come «miscela progettata» con riferimento alle proprietà richieste al calcestruzzo (a prestazione garantita).

Per calcestruzzo a prestazione garantita si intende un calcestruzzo per il quale il progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed ulteriori caratteristiche, e per il quale il produttore è responsabile della fornitura di una miscela conforme alle prestazioni richieste ed alle ulteriori caratteristiche.

I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione garantita, da indicarsi in tutti i casi, comprendono:

- a) Classe di resistenza;
- b) Massima dimensione nominale degli aggregati;
- c) Classe di esposizione ambientale;
- d) Classe di consistenza.

Se del caso, potranno essere indicate le seguenti caratteristiche:

- e) Caratteristiche del calcestruzzo indurito:
 - resistenza alla penetrazione dell'acqua ai fini della permeabilità ;
 - resistenza ai cicli di gelo e disgelo;
 - resistenza all'azione combinata del gelo e di agenti disgelanti;
 - resistenza agli attacchi chimici;
 - requisiti tecnici aggiuntivi.
- f) Caratteristiche della miscela:
 - tipo di cemento;
 - contenuto d'aria inglobata;
 - sviluppo di calore durante l'idratazione;
 - requisiti speciali riguardanti gli aggregati;
 - requisiti speciali concernenti la resistenza alla reazione alcali-silice;
 - requisiti speciali riguardo alla temperatura del calcestruzzo fresco;
 - requisiti tecnici aggiuntivi.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, vanno prese in considerazione condizioni supplementari relative al trasporto ed alle procedure di cantiere (tempo e frequenza delle consegne, trasferimento per pompaggio o per nastro trasportatore, ecc.).

CALCESTRUZZO INDURITO

Resistenza a compressione.

La resistenza a compressione del calcestruzzo viene espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore al di sotto del quale viene a trovarsi dal punto di vista probabilistico il 5 % dell'insieme di tutti i possibili valori di resistenza misurati sul calcestruzzo in esame. La resistenza dovrà essere determinata con le modalità previste dalle norme in seguito elencate.

Classi di resistenza a compressione

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica R_{ck} . La resistenza caratteristica R_{ck} viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; i valori, espressi in N/mm^2 oppure in Mpa, risultano compresi in uno dei seguenti campi:

Classi di resistenza per calcestruzzo normale

Classe di resistenza R_{ck} N/mm ²	Categoria di calcestruzzo
10 15	NON STRUTTURALE
20 25 30 35 45 50 55	ORDINARIO E STRUTTURALE
60 67 75	ALTE PRESTAZIONI

F.2.1) Norme di riferimento e modalità.

I procedimenti e le modalità per la preparazione e la conservazione dei provini e per l'esecuzione delle prove sono oggetto delle seguenti norme:

- UNI 6126 e 6128, che stabiliscono rispettivamente le modalità per il prelievo dei campioni di calcestruzzo in cantiere e per la confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali;
- UNI 6127 e 6129, che stabiliscono le modalità per la preparazione e la stagionatura dei provini di calcestruzzo rispettivamente prelevati in cantiere e confezionati in laboratorio;
- UNI 6130, che si riferisce a forme e dimensioni dei provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica, e relative casseforme; questa norma prescrive l'utilizzazione, in via normale, di provini cubici per la rottura a compressione e a trazione indiretta per spacco, e di provini prismatici di sezione quadrata per la rottura a trazione indiretta per flessione.

Con riferimento alla prova di rottura a compressione, l'attendibilità e la ripetibilità dei risultati sono condizionati dal rispetto delle modalità esecutive precisate nelle norme.

In particolare:

- deviazioni di planarità sulle facce del provino superiori a quelle di norma possono determinare riduzioni significative nella resistenza rilevata dalla prova;
- gradienti di carico superiori a quello previsto dalla norma portano ad una sovrastima della resistenza a compressione, gradienti minori ad una sottostima.

Durabilità e vita in servizio

Durabilità del calcestruzzo e durabilità della struttura.

Agli effetti della vita in servizio occorre distinguere tra durabilità potenziale del calcestruzzo, inteso come materiale da utilizzare in una specificata condizione ambientale, e durabilità effettiva del calcestruzzo in opera, cioè con le proprietà che esso ha nel contesto della struttura.

I fattori responsabili di variazioni negative nelle proprietà locali del calcestruzzo possono avere origine:

- ❑ dalla complessità delle scelte architettoniche e progettuali;
- ❑ dall'adozione di procedure di lavorazione non adatte alla specifica applicazione o, se adatte, non attuate correttamente;
- ❑ dall'inefficacia del controllo di qualità;
- ❑ dall'impiego di materiali non idonei.

Per la durabilità della struttura è fondamentale evitare:

- ❑ la presenza di vuoti dovuti ad inadeguata compattazione o a non omogenea distribuzione dell'impasto nella cassaforma;
- ❑ la formazione di fessure;
- ❑ l'interruzione anticipata della stagionatura protetta;
- ❑ la riduzione del copriferro al di sotto del limite minimo previsto.

Ai fini della durabilità, il calcestruzzo dovrebbe avere un coefficiente di permeabilità K inferiore o uguale a 1×10^{-11} m/s o una resistenza alla penetrazione di acqua secondo ISO 7031-1994 (UNI E 07.04.113.0), con valore massimo non superiore a 50 mm e valore medio non superiore a 20 mm. Quindi sono da considerare equivalenti le prescrizioni seguenti, relative all'impermeabilità di un calcestruzzo:

- coefficiente di permeabilità $K < 1 \times 10^{-11}$ m/s
- spessore medio di penetrazione dell'acqua ≤ 20 mm.

Durabilità

I processi a rischio per la durabilità di una struttura in calcestruzzo armato esposta in ambiente naturale, fatta eccezione per la reazione alcali-aggregato, sono l'attacco chimico, la corrosione dell'armatura, i cicli di gelo e disgelo.

Gli agenti aggressivi che attaccano con effetti deleteri la matrice legante del calcestruzzo sono elencati nella tabella seguente, insieme al grado di attacco prodotto in base alla concentrazione.

Agenti aggressivi

	Grado di attacco

	Debole	Moderato	Forte
Agente aggressivo nelle acque			
pH	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	4,5 – 4,0
CO ₂ aggressiva (mg CO ₂ /l)	15 – 30	30 – 60	60 – 100
Ioni ammonio (mg NH ₄ ⁺ /l)	15 – 30	30 – 60	60 – 100
Ioni magnesio (mg MG ²⁺ /l)	100 – 300	300 – 1500	1500 – 3000
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200 – 600	600 – 3000	3000 – 6000
Agente aggressivo nel terreno			
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /Kg di terreno seccato all'aria)	2000 - 6000	6000 - 12000	> 12000

I criteri in base ai quali si definisce la durabilità del calcestruzzo fanno riferimento al tipo e al contenuto di cemento, al rapporto a/c ed allo spessore del copriferro.

Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si riduce il rapporto a/c, si aumenta lo spessore del copriferro. A parità di altre condizioni, riducendo il rapporto a/c aumenta la resistenza a compressione. Pertanto la durabilità è tanto più alta quanto maggiore è la resistenza meccanica del calcestruzzo.

Nella tabella successiva sono indicate rispettivamente le prescrizioni per la durabilità riferite alla esposizione ambientale e le classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali.

Classi di esposizione ambientale

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali
1 – Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco chimico		
X0	Molto secco	Edifici con interni a umidità relativa molto bassa
2 – Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Secco	Interni di edifici a bassa umidità relativa
XC2	Bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	Umidità moderata	Edifici con interni a umidità relativa da moderata ad alta; calcestruzzo esterno riparato dalla pioggia.

XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette al contatto con acqua, non comprese nella classe XC2
3 – Corrosione indotta dai cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti di acqua contenente cloruri
XD2	Bagnato, raramente secco	Piscine, calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti, pavimentazioni, parcheggi per auto.
4 – Attacco da cicli di gelo e disgelo		
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di strutture stradali esposte a nebbie contenenti agenti disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali od orizzontali esposte a spruzzi di acqua contenente sali disgelanti
5 – Attacco chimico		
XA1	Aggressività debole	
XA2	Aggressività moderata	
XA3	Aggressività forte	

Il D.M. 9/1/1996 richiama le classi di esposizione ambientale definite nella norma UNI 9858; la corrispondenza con le classi sopra esposte è riportata nella tabella seguente, ove sono anche riportati i requisiti minimi di resistenza e massimi di rapporto a/c.

Prescrizioni del calcestruzzo (correlazione tra classi di esposizione ambientale secondo 9858 e UNI-EN206)

Ambiente		Classi di esposizione		Prescrizioni	
		UNI 9858	Linee Guida (EN 206)	A/C max	Rck minima
Secco		1	x0	0,65	Rck 25
Umido senza gelo		2a	xc1 – xc2	0,60	Rck 30
Gelo	ATTACCO MODERATO senza Sali disgelanti	2b	xF1	0,55	Rck 35 e aggregati resistenti al gelo
	ATTACCO INTENSO senza Sali disgelanti	2b	xF3	0,50	Rck 35 con aria e aggregati resistenti al gelo
	ATTACCO MODERATO con Sali disgelanti	3 – 4b	xF2	0,50	Rck 35 con aria e aggregati resistenti al gelo
	ATTACCO INTENSO con Sali disgelanti	3 – 4b	xF4	0,45	Rck 45 con aria e aggregati resistenti al gelo
Debolmente aggressivo		5a	xC3 – xA1 xD1	0,55	Rck 35
Moderatamente aggressivo		4a – 5b	xC4 – xA2 xD2 – xS1	0,50	Rck 40
Fortemente aggressivo		5c	xA3 – xD3 xS2 – xS3	0,45	Rck 45

Per la scelta dello spessore minimo di copriferro il riferimento è la classe di esposizione del calcestruzzo. Per le opere, le cui classi di esposizione richiedono un calcestruzzo di resistenza caratteristica minima variabile nell'intervallo 35/40 N/mm², si raccomanda un copriferro minimo di 30 mm; per le opere, le cui classi di esposizione richiedono un calcestruzzo di resistenza caratteristica minima maggiore di 40 N/mm², lo spessore minimo raccomandato è di 40 mm. Per assicurare i valori minimi indicati, il costruttore deve adottare un copriferro nominale maggiore di almeno 5 mm del valore minimo prescritto.

Per le condizioni di aggressività chimica definite forti, si raccomanda (CEB 1995) un contenuto minimo di cemento di 370 kg/m³ e un rapporto a/c di 0,4.

**Ricoprimenti minimi delle armature
richiesti per calcestruzzi di massa volumica normale**

		CLASSE DI ESPOSIZIONE DEFINITA NEL PROSPETTO 4.1								
Copriferro minimo (mm)	barre di armatura	1	2a	2b	3	4a	4b	5a	5b	5c
	c.a.	15	20	25	35	35	35	25	30	40
	c.a.p.	20	30	35	40	40	40	35	35	45

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 gennaio 1996.

Si definisce prelievo la confezione di due provini e resistenza di prelievo la media dei risultati ottenuti sui due provini.

Attestazione di conformità

Il Direttore dei Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche dei materiali e quanto previsto in progetto.

Per i prelievi di campioni di calcestruzzo fresco si dovrà fare riferimento alla norma UNI 9416.

Per le resistenze meccaniche il controllo, definito "controllo di accettazione" nelle Norme Tecniche applicative della Legge 1086, dovrà avvenire con le modalità di prelievo ivi specificate.

Il Direttore dei Lavori provvederà ad identificare in maniera inequivocabile i campioni da sottoporre a prova.

Per ciascuna età di maturazione, in base al numero di risultati di prova, la produzione è distinta in iniziale (fino al raggiungimento del 14° risultato di prova) e continua (dal 15° risultato di prova in poi).

Piano di campionamento

In deroga a quanto previsto dal D.M.9/1/1996, la frequenza minima di campionamento è definita, per i diversi casi in Tab A, utilizzando il criterio che fornisce il numero più elevato di prelievi. I prelievi dovranno essere distribuiti nella produzione.

Criteri di accettazione

La conformità della resistenza a compressione è garantita se sono soddisfatte entrambe le condizioni di Tab. B, basate sui risultati di prove a compressione a 28 giorni. Le condizioni si riferiscono a:

- i risultati di ciascun prelievo R_i (criterio 1)
- la resistenza media R_m di gruppi di n prelievi non sovrapposti (criterio 2)

I criteri di accettazione, per produzione iniziale e continua, sono conformi rispettivamente ai controlli di tipo A e B previsti nell'Allegato 6 del D.M. 9/1/1996.

Tab. A) Frequenze minime di campionamento

Produzione	Frequenza minima di campionamento		
	Per i primi 300 m ³	Per i 300 m ³ successivi	
		Calcestruzzo prodotto in impianto certificato	Calcestruzzo prodotto in impianto non certificato
Iniziale (fino a 15 prelievi)	3 prelievi	1 ogni 100 m ³ o 1 ogni giorno di produzione	1 ogni 50 m ³ o 1 ogni giorno di produzione
Continua (fino a 15 prelievi)	3 prelievi	1 ogni giorno di produzione	1 ogni 100 m ³ o 1 ogni giorno di produzione

Tab. B) Criteri di accettazione per la resistenza a compressione

Produzione	Numero di prelievi in un gruppo	Criterio 1	Criterio 2
Iniziale	3	$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 3,5$
Continua	Non minore di 15	$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico della Stazione appaltante, come previsto dal Decreto Ministero LL.PP. 19 Aprile 2000 n° 145, art. 15, comma 7.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore di R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato.

Se tale controllo non risultasse positivo, si procederà ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Gli oneri delle verifiche aggiuntive saranno a carico dell'Impresa.

Quanto sopra formerà oggetto di una relazione statica supplementare volta ad accertare, alla luce delle resistenze caratteristiche riscontrate, la stabilità dell'opera secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà accettato, ma contabilizzato applicando una penale sul relativo prezzo di elenco determinata secondo i seguenti scaglioni:

- valori di Rck fino al 10 % in meno rispetto alla Rck richiesta = penale 10 %;
- valori di Rck dal 10,01 % al 20 % in meno rispetto alla Rck richiesta = penale 20 %;
- valori di Rck dal 20,01 % al 30 % in meno rispetto alla Rck richiesta = penale 30 %.

Nel caso che la Rck non risultasse compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996, campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli.

In particolare, in corso di lavorazione, saranno altresì controllate: la consistenza, l'omogeneità e il contenuto d'aria.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10 %. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta venga richiesto un quantitativo di aria inglobata. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

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

La Direzione Lavori si riserva di prelevare, definendone modalità ed oneri, campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

POSA IN OPERA

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche ed i relativi distanziatori. 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 Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verificino 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 Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da 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.

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 Lavori riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

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

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo 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.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e 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 Lavori 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'Impresa 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.

STAGIONATURA E DISARMO

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare il rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo.

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 superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

UNI 9858 - Durata minima del tempo di stagionatura in giorni per classi di esposizione 2 e

5a

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura calcestruzzo > °C Condizioni ambientali durante stagionatura									
I ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

UNI 9858 – Sviluppo delle resistenze del calcestruzzo

<i>Sviluppo resistenze</i>	<i>a/c</i>	<i>Classe di resistenza cemento</i>
Rapido	< 0,5	42,5 R
Medio	0,5 a 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 R – 42,5 R
Lento	Negli altri casi	

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M. 9 gennaio 1996.

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 macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purchè rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni sopra riportate per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Non si applicano prove di prequalifica per calcestruzzi di produzione corrente.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione, nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto, 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 di apposite prove sistematiche di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale, effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

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, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere 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, ecc.), sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale 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'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

È 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 ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, 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 le linee rette continue o spezzate.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di 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 (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

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

Nell'esecuzione di manufatti contro terra 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 PVC o simili.

PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.

L'impresa 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 Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature,

pilastrini, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, 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.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CALCESTRUZZI ARMATI ORDINARI

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

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

Acciaio per cemento armato e c.a.p.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 14 gennaio 2008.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t max; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t, spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il peso dell'acciaio per l'armatura del c.a. verrà determinato (ove il Direttore Lavori non faccia ricorso alla pesatura) in base ai disegni esecutivi, moltiplicando lo sviluppo lineare di ogni barra per il peso unitario del diametro (dato da tabelle).

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per sfridi, legature e piegature come previste nei disegni esecutivi.

Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato (a legante naturale o a legante naturale corretto)

La fondazione stradale in terra stabilizzata deve seguire senza sospensioni la preparazione del piano di posa. A sua volta la fondazione in terra stabilizzata dovrà, nel minor tempo possibile essere protetta con la stesa della pavimentazione bitumata: l'Impresa dovrà nel frattempo provvedere a sue spese, rientrando questo onere nel prezzo di elenco, a mantenere in perfetta efficienza la stesa di stabilizzato, riparando eventuali danni arrecati dal transito o dagli agenti atmosferici ed in particolare mantenendo costante l'inumidimento dello strato a mezzo di autobotte.

La fondazione in terra stabilizzata dovrà essere eseguita con regolarità e celerità, in stagione sufficientemente calda ed asciutta.

Il macchinario da impiegarsi sarà costituito da motograder, autobotte, rullo vibrante e rullo statico (o rullo gommato), erpice per la miscelazione dello strato in sito, miscelatore distributore per lo spandimento regolare del legante di correzione (filler e cemento: esso è previsto nella percentuale complessiva in peso del 3 %).

La fondazione stradale dovrà essere costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,40 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Caratteristiche del materiale da impiegarsi

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- ❑ l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- ❑ rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- ❑ perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 35 %;
- ❑ equivalente in sabbia misurato sulla frazione controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60 % in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo punto.
- ❑ indice di portanza C.B.R., dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.
- ❑ granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 ÷ 100
Crivello 25	60 ÷ 87
Crivello 10	35 ÷ 67
Crivello 5	25 ÷ 55
Setaccio 2	15 ÷ 40
Setaccio 0,4	7 ÷ 22
Setaccio 0,075	2 ÷ 10

In conformità a quanto indicato nei disegni di progetto ed a quanto il Direttore dei Lavori predisporrà nel corso di lavori, con riferimento ai risultati sperimentali, la fondazione in oggetto potrà essere stabilizzata con il solo concorso del legante naturale incluso nella miscela oppure con l'aggiunta di un quantitativo di legante di correzione dell'ordine del 3 % in peso di miscela, costituito da filler calcareo e cemento (indicativamente kg 15 di cemento tipo 425 e kg 35 di filler calcareo per metro cubo di miscela). L'onere della fornitura e miscelazione del legante correttivo sarà corrisposto a parte, con il relativo articolo di elenco prezzi.

Studi preliminari

Le caratteristiche suddette potranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Lo strato finito dovrà presentarsi con spessore costante di cm 20, perfettamente chiuso e livellato secondo la sagoma finita stradale.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o gommati.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 % della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 10 %, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Norme di misurazione e detrazioni

L'Impresa deve garantire sempre lo spessore finito e costante dello strato, prescritto dalla relativa voce di elenco; il maggiore consumo per sovrassessori rientra negli oneri dell'Impresa stessa che dovrà tenerne conto in sede di offerta.

Qualora sul trattamento finito si riscontrino, a seguito di accertamenti eseguiti in contraddittorio, più di due misure su dieci consecutive (in un km), inferiori o pari al minimo tollerato (spessore prescritto meno il 10 %) il Direttore dei Lavori può eseguire su tutta la stesa finita l'accertamento in contraddittorio degli spessori. In tale sede si medieranno solo gli spessori inferiori alla misura prescritta dalla voce di elenco (non tenendo conto degli spessori uguali o maggiori) e si farà detrazione per lo spessore medio mancante per tutta la superficie di stesa, applicando, al

prezzo relativo prezzo di elenco, una riduzione con proporzione semplice allo spessore suddetto.

MISTO CEMENTATO

Gli strati in misto cementato 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 Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30 % ed il 60 % in peso sul totale degli inerti (la Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- ❑ l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- ❑ granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	72 ÷ 90
Crivello 15	53 ÷ 70
Crivello 10	40 ÷ 55
Crivello 5	28 ÷ 40
Setaccio 2	18 ÷ 30
Setaccio 0,4	8 ÷ 18
Setaccio 0,18	6 ÷ 14
Setaccio 0,075	5 ÷ 10

- ❑ perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- ❑ equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;

- ❑ indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).
- ❑ Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).
- ❑ A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,2 % e il 3,0 % sul peso degli inerti asciutti.
- ❑ Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2 % del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa deve proporre la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³).

Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua.

Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello $51 \pm 0,5$ mm, peso pestello $4,535 \pm 0,005$ daN, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini devono essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90 % e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini devono avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 daN/cm² e non superiori a 45 daN/cm², ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiori a 2,5 daN/cm².

Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a 75 daN/cm² (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Posa in opera - tempo di maturazione

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.
- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm. e carico di almento 18 t.

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

La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0° C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però deve essere necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); deve essere inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa devono essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola deve essere necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto.

Comunque il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica al 55% in ragione di 1 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni - penali

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n° 5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

A compattazione ultimata la densità in sito deve essere non inferiore al 100 % nelle prove AASHTO modificato nel 98 % delle misure effettuate.

Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm², rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non deve mai essere inferiore a 1300 daN/cm².

I valori inferiori a 1300 daN/cm² e, comunque, non inferiore a 1000 daN/cm² verranno penalizzati con la detrazione del 5 % ogni 100 daN/cm².

Conglomerati bituminosi - Caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi.

I conglomerati bituminosi, per qualsiasi impiego, saranno costituiti da miscele di aggregati lapidei, definiti dall'art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. fascicolo IV- 1953, e bitume, mescolati a caldo.

Sia i conglomerati bituminosi che i materiali loro componenti, avranno però caratteristiche diverse a seconda che vengano impiegati nella stesa degli strati di BASE di COLLEGAMENTO (binder) di RISAGOMATURA, di USURA o di RINFORZO TRANSITABILE o altro.

Le prescrizioni che le caratteristiche dei materiali dovranno soddisfare per i vari tipi di impiego sono riportate ai punti seguenti.

Aggregato grosso.

L'aggregato grosso è costituito dai pietrischetti e dalla frazione dalle graniglie trattenute al crivello da 5 mm, i quali potranno avere provenienza e natura litologica anche diversa, ma dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- *per strati di BASE:*

- perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 35 %;
- è ammessa la presenza di ghiaie e ghiaietti di natura alluvionale fino ad un rapporto massimo del 50 % in massa.

- *per strati di COLLEGAMENTO (binder) e di RISAGOMATURA:*

- perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 25 %;
- coefficiente di frantumazione, inferiore a 140 (IV categoria del fascicolo IV-C.N.R. sopra richiamato).
- è ammessa la presenza di ghiaie e ghiaietti di natura alluvionale fino ad un rapporto massimo del 30 % in massa.

- *per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:*

- perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 22 %;
- l'aggregato dovrà provenire interamente dalla frantumazione di rocce ignee (basaltiche) e/o sedimentarie (calcari e simili) aventi coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (I categoria del fascicolo 4-C.N.R. sopra richiamato);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, inferiore a 0,85.

Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (C.N.R. 95/84) devono essere per tutti gli strati

- 3 e 1.58.

Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature devono essere per tutti gli strati ≥ 80 % (C.N.R. 27/72).

In ogni caso, i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da granuli sani, duri, non lamellari ma approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polveri o materiali estranei e dovranno inoltre risultare non idrofili.

In particolare, le caratteristiche dell'aggregato grosso dovranno essere tali da assicurare la realizzazione di una superficie di transito resistente allo slittamento degli autoveicoli in qualunque condizione ambientale e meteorologica: tale resistenza dovrà inoltre essere mantenuta entro limiti di sicurezza accettabili, per un periodo di almeno tre anni.

Aggregato fine.

L'aggregato fine è costituito dalla frazione delle graniglie passante al crivello da 5 mm e dalle sabbie sia naturali che, preferibilmente, di frantumazione le quali, comunque, dovranno soddisfare le prescrizioni dell'Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo 4-1953 sopra richiamato ed in particolare dovranno avere un equivalente in sabbia non inferiore a 55.

Le sabbie, in ogni caso, dovranno essere dure, vive, aspre al tatto e dovranno avere una granulometria idonea al conferimento della necessaria compattezza al conglomerato.

Argilla espansa.

Argilla espansa di tipo "strutturale" pezzatura: 3/11 mm resistenza del granulo allo schiacciamento ≥ 27 daN/cm² (vedi Norma UNI 7549 Parte 7°); coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. (C.N.R. B.U. n° 140 del 15.10.1992) $\geq 0,65$. Dall'analisi granulometrica la percentuale di trattenuto al crivello diam. 10 mm dovrà essere inferiore o uguale al 10 % in peso; la percentuale di passante al crivello da 3 mm dovrà essere inferiore al 10 % in peso.

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

Additivi minerali (fillers).

Gli additivi minerali saranno costituiti da polveri di rocce preferibilmente calcaree o da cemento o calce idrata e dovranno risultare, alla vagliatura per via secca, interamente passanti al setaccio UNI da 0,18 mm e per almeno il 70 % al setaccio UNI da 0,075 mm.

Leganti bituminosi di base e modificati.

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi, sarà esclusivamente del tipo solido e dovrà rispondere alle prescrizioni delle relative norme C.N.R. (G.U. n. 68 del 23 maggio 1978). Salvo diverso avviso del Direttore dei Lavori, in relazione alle condizioni climatiche locali, il bitume avrà una penetrazione di 50- 100 dmm.

Il Direttore dei Lavori potrà ordinare, per lo strato di usura, l'impiego di un idoneo attivante di adesione, nella proporzione ottimale risultante da apposite prove di laboratorio; in tal caso l'additivo dovrà essere aggiunto all'atto del travaso del bitume nella cisterna di deposito e dovrà

essere opportunamente mescolato in maniera da ottenere una perfetta omogeneità di miscelazione.

Tale attivante di adesione sarà pagato con l'applicazione del relativo prezzo di elenco.

Leganti bituminosi semisolidi

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi tavola che segue).

Nella tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

TAVOLA SINOTTICA

CATEGORIA	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitume di base	A	-	-	CB
Bitume Soft (°)	B	4,00	SBSr, SBSI, EVA	CBS
Bitume Hard	C	4 + 2	SBSr + SIS	CBH(°°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV , MAPCP
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	D	6,00	SBSr, SBSI, EVA	MTF, CBRF
Bitume Hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	E	8,00	SBSr, SBSI, EVA, LDPE(°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	F ₁ , F ₂	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	ACF	-	-	CBR(°°°°)

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

(°°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura)

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBS	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Soft"
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBR	Conglomerati bituminosi contenenti tra il 10% e il 20% di riciclato
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclato in sito a freddo
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAMT	Mano di attacco per MT
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretanicica e CBV)
SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
ACF	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre minerali (vetro)
FC	Fibre di cellulosa

Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa C.N.R. 81/80.

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Bitume A (50/70)
			Valore
Penetrazione a 25 °C	0,1 mm	EN 1426 C.N.R.24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427 C.N.R.35/73	46-56
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R.43/74	≤ -4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C, max,	%	C.N.R.54/77	≤ 0,5

Penetrazione residua a 25 °C , min.	%	EN 1426 C.N.R.24/71	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 C.N.R.35/73	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

Bitumi modificati

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle pavimentazione rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che permettano risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione deve avvenire in impianti industriali dove vengono miscelati i bitumi di base, opportunamente selezionati, con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- bitume con modifica "Soft";
- bitumi con modifica "Hard".

I bitumi con modifica "Soft" vanno impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, quando i bitumi di base non raggiungono le caratteristiche richieste, mentre devono essere tassativamente impiegati i bitumi a modifica "Hard" nelle miscele particolari salvo diversa indicazione.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto.

Per i bitumi modificati, sia "Soft" che "Hard", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25° C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica, recupero elastico a 25° C e la stabilità allo stoccaggio.

I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

La produzione potrà avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi purché i bitumi ottenuti abbiano le caratteristiche richieste.

In questo caso i carichi di bitume di base destinati alla modifica devono essere testati almeno sul valore del punto di rammollimento e della penetrazione, mentre permane l'obbligo alla certificazione dei dati sopra indicati.

Bitumi con modifica "Soft"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi di base non rientrano nelle caratteristiche richieste.

La modifica deve conseguire i seguenti risultati:

- Bitume "Soft"- legante "B"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25° C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50 - 70

Δ Punto di rammollimento ($^{\circ}$) /valore minimo P.A.	$^{\circ}$ C	EN 1427; C.N.R. 35/73	$\geq 14/50$
Punto di rottura (Fraass), max	$^{\circ}$ C	C.N.R. 43/74	≤ -7
Viscosità dinamica a 160° C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq 0,4$
Ritorno elastico a 25° C, 50mm/min	%	EN 1427; C.N.R. 35/73	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, a 180° C Δ Punto di rammollimento, max	$^{\circ}$ C	Vedi Norma	≤ 3
Valori dopo RTFOT (**)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C, max,	%	C.N.R.54/77	$\leq 0,8$
Penetrazione residua a 25° C, max	%	EN 1426; C.N.R.24/71	≤ 40
Incremento del Punto di rammollimento, max	$^{\circ}$ C	EN 1427; C.N.R.35/73	≤ 8

($^{\circ}$) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

Bitumi con modifica "Hard"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di: conglomerati bituminosi "Hard" (CBH), conglomerati bituminosi drenanti (CBD); microtappeti ad elevata rugosità (MT); mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV); sigillature (S); giunti a tampone (GT); pavimentazioni di viadotti (CBV); sono riportate nelle tabelle che seguono.

- Bitume "Hard"- legante "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25° C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento ($^{\circ}$) /valore minimo P.A.	$^{\circ}$ C	EN 1427; C.N.R. 35/73	$\geq 22/68$
Punto di rottura (Fraass), max	$^{\circ}$ C	C.N.R. 43/74	≤ -15
Viscosità dinamica a 160° C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq 0,8$
Ritorno elastico a 25° C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (C.N.R. 44/74 modificata)	≥ 70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, a 180° C Δ Punto di rammollimento, max	$^{\circ}$ C	Vedi Norma	≤ 3
Resistenza a fatica, $G \cdot \sin^2 \alpha$, 1.0 kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50° C	KPa	EN 1427; C.N.R. 35/73	≥ 9
Valori dopo RTFOT (**)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C, max,	%	C.N.R. 54/77	$\leq 0,8$
Penetrazione residua a 25° C, max	%	EN 1426; C.N.R. 24/71	≤ 40
Incremento del Punto di rammollimento, max	$^{\circ}$ C	EN 1427; C.N.R. 35/73	≤ 5

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo : SBSr, la percentuale complessiva è indicativa

($^{\circ}$) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

- Bitume Hard - Legante "D" (**) (% di modificante/i (*) > 6 %)
Per conglomerati bituminosi riciclati a freddo.

Caratteristiche (****)	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25° C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50 - 70
<input type="checkbox"/> Punto di rammollimento (°°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 20/66
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R. 43/74	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> -15
Viscosità dinamica a 160° C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,8
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, a 180° C <input type="checkbox"/> Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3
Ritorno elastico a 25° C, 50 mm/min	%	DIN5 2013; (C.N.R. 44/74 modificata)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 60
Valori dopo RTFOT (*****)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C, max,	%	C.N.R.54/77	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,8
Penetrazione residua a 25° C, max	%	EN 1426; C.N.R.24/71	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; C.N.R.35/73	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr, SBSI, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

(°°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (C.N.R.100/84)

(*****) Rolling Thin Film Oven Test

- Bitume Hard - legante "E" (% di modificante/i (*) > 8%)
Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti.

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25° C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	100 - 150
<input type="checkbox"/> Punto di rammollimento (°) / valore minimo P.A.	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R.43/74	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> -17
Viscosità dinamica a 160° C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,8
Ritorno elastico a 25° C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (C.N.R. 44/74 modificata)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, a 180° C <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3
Valori dopo RTFOT (***)			
EN 1427; C.N.R. 35/73	%	C.N.R. 54/77	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,8
Penetrazione residua a 25° C, max	%	EN 1426; C.N.R. 24/71	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr, SBSI, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto

(°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(***) Rolling Thin Film Oven Test

Emulsioni bituminose cationiche - legante "F1" e "F2"

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

Caratteristiche	Unità	"F1"	"F2"
		a rapida rottura	a media rottura
		Valore	Valore
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min.	% in peso	> 53	> 54
Viscosità Engler a 20° C	°E	3/8	5/10
Carica delle particelle		Positiva	Positiva
Penetrazione a 25° C, max	1/10 mm	< 200	< 200
Punto di rammollimento	° C	≥ 37	≥ 37

Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i bitumi a modifica Soft tipo "B" in percentuali variabili come indicato nella tabella.

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR), e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

CARATTERISTICHE CHIMICO - FISICHE	Valore
Densità a 25/25° C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200° C
Viscosità dinamica a 60° C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5 % in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1 % in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0 % in peso

Additivo stabilizzante.

L'uso delle fibre migliora le caratteristiche fisico-meccaniche dei conglomerati bituminosi modificati.

Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

Fibre di natura minerale (vetro)

Per bitumi, per usure drenanti, mani d'attacco e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Lunghezza media	μm	200 - 300
Diametro medio	μm	5 - 6
Superficie specifica	cm^2 / g	3000,00
Resistenza alla trazione	GPa	1 - 2

Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Tasso di infeltrimento	%	0,00
Resistenza alla temperatura	°C	550 - 650

Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo

Per bitumi, per microtappeti a freddo e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	µm	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	2400 ÷ 3400
Allungamento massimo	%	4,00
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 700

Fibre di cellulosa

La microfibrilla di cellulosa, veicolata da bitume, è un additivo stabilizzante ed addensante che impedisce la colatura del legante bituminoso nel conglomerato creando attorno all'inerte un mastice che garantisca la stabilità dello stesso. Tale prodotto dovrà essere aggiunto nella miscela di aggregati prima dell'aggiunta del legante bituminoso nelle dosi dallo 0,3 % allo 0,6 % sul peso degli aggregati, in funzione alla quantità di legante utilizzato.

Tale fibra dovrà essere aggiunta direttamente nel mescolatore dell'impianto di confezionamento dei conglomerati bituminosi tramite coclea dosatrice o macchinari idonei.

CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE	VALORE	UNITA'
Contenuto in cellulosa	> 80	%
Spessore medio	40	m
Lunghezza media	200 - 300	m
Massa volumica a 25°	80 - 100	G/l
Ph	7,0 ± 1,0	/
Assorbimento in olio	500 - 600	%

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI.

Le miscele di aggregati lapidei dovranno avere granulometrie continue comprese nei limiti sotto indicati e le relative curve granulometriche dovranno avere andamenti sostanzialmente paralleli alle curve limite dei rispettivi fusi.

Di tali limiti, le dimensioni massime dei granuli sono valori critici di accettazione, mentre i fusi granulometrici hanno valore orientativo nel senso che l'andamento delle curve granulometriche delle miscele potrà anche differire da quelli indicati, ma dovrà essere comunque tale da conferire ai conglomerati le caratteristiche di resistenza e compattezza Marshall rispettivamente prescritte.

Analogamente, i valori del contenuto di bitume sono indicati a titolo orientativo: gli effettivi valori, infatti, dovranno essere almeno pari ai minimi che consentano il raggiungimento delle rispettive caratteristiche Marshall.

A seconda degli strati cui sono destinati, i conglomerati bituminosi avranno le seguenti composizioni.

STRATO DI BASE.

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:		
passante % al crivello UNI da mm	40	100
“	30	85 ÷ 100
“	25	70 ÷ 95
“	15	45 ÷ 70
“	10	35 ÷ 60
“	5	25 ÷ 50
passante % al setaccio UNI da mm	2	18 ÷ 38
“	0,4	6 ÷ 20
“	0,18	4 ÷ 14
“	0,075	3 ÷ 8

Le **caratteristiche Marshall** del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Limiti del contenuto di bitume: **3,8 % ÷ 4,8 %** in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità non inferiore a **800 daN** (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento non inferiore a **3 mm**
- 5) Rigidezza non inferiore a **250 daN/mm** (C.N.R. 30/73)
- 6) Stabilità dopo immersione in acqua distillata (C.N.R. 149/92): **> 70 %**
- 7) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: **55 ÷ 65 %**
- 8) Volume dei vuoti residui **in laboratorio** compreso fra **4 e 7 %**
- 9) Densità in opera: **min 97 %** della densità di laboratorio
- 10) Volume dei vuoti residui **in opera** (C.N.R. 39/73) compreso fra **5 e 8 %**.

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER).

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:		
passante % al crivello UNI da mm	25	100
“	15	65 ÷ 85
“	10	55 ÷ 75
“	5	35 ÷ 55
passante % al setaccio UNI da mm	2	25 ÷ 38
“	0,4	10 ÷ 20
“	0,18	5 ÷ 15
“	0,075	3 ÷ 7

Le **caratteristiche Marshall** del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Limiti del contenuto di bitume: **4,2 % ÷ 5,0 %** in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità non inferiore a **1000 daN** (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento non inferiore a **4 mm**
- 5) Rigidezza non inferiore a **300 daN/mm** (C.N.R. 30/73)
- 6) Stabilità dopo immersione in acqua distillata (C.N.R. 149/92): **> 70 %**
- 7) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: **60 ÷ 75 %**
- 8) Volume dei vuoti residui **in laboratorio** compreso fra **3 e 6 %**
- 9) Densità in opera: **min 97 %** della densità di laboratorio
- 10) Volume dei vuoti residui **in opera** (C.N.R. 39/73) compreso fra **4 e 7 %**

STRATO DI RINFORZO TRANSITABILE (CONGLOMERATO PER STESE INTEGRATIVE).

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:		
passante % al crivello UNI da mm	25	100
“	15	70 ÷ 90
“	10	57 ÷ 77
“	5	37 ÷ 57
passante % al setaccio UNI da mm	2	27 ÷ 40
“	0,4	12 ÷ 22
“	0,18	6 ÷ 16
“	0,075	4 ÷ 8

Le **caratteristiche Marshall** del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Limiti del contenuto di bitume: **4,5 % ÷ 5,3 %** in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) stabilità non inferiore a **1000 daN** (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento non inferiore a **4 mm**
- 5) Rigidezza non inferiore a **300 daN/mm** (C.N.R. 30/73)
- 6) Stabilità dopo immersione in acqua distillata (C.N.R. 149/92): **> 70 %**
- 7) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: **67 ÷ 77 %**
- 8) Volume dei vuoti residui **in laboratorio** compreso fra **3 e 6 %**
- 9) Densità in opera: **min 97 %** della densità di laboratorio
- 10) Volume dei vuoti residui **in opera** (C.N.R. 39/73) compreso fra **4 e 7 %**.

STRATO DI USURA (TAPPETO).

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:		
passante % al crivello UNI da mm	15	100
“	10	70 ÷ 90
“	5	40 ÷ 60
passante % al setaccio UNI da mm	2	25 ÷ 38
“	0,4	11 ÷ 20
“	0,18	8 ÷ 15
“	0,075	5 ÷ 8

Le **caratteristiche Marshall** del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Limiti del contenuto di bitume: **5,0 % ÷ 6,0 %** in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità non inferiore a **1000 daN** (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento non inferiore a **3 mm**
- 5) Rigidezza non inferiore a **350 daN/mm** (C.N.R. 30/73)
- 6) Stabilità dopo immersione in acqua distillata (C.N.R. 149/92): **> 70 %**
- 7) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: **70 ÷ 80 %**
- 8) Volume dei vuoti residui **in laboratorio** compreso fra **3 e 5 %**
- 9) Densità in opera: **min 97 %** della densità di laboratorio
- 10) Volume dei vuoti residui **in opera** (C.N.R. 39/73) compreso fra **4 e 6 %**.

1.1.2.1