



# PROVINCIA DI MODENA

Area Tecnica Viabilità  
Manutenzione Strade

telefono 059 209 623 fax 059 343 706  
viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363  
centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadi Modena@cert.provincia.modena.it  
Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008- Registrazione N. 3256-A-

## SP 16 DI CASTELNUOVO - PONTE SUL TORRENTE GUERRO AL KM 16+000 E PONTE SUL TORRENTE NIZZOLAAL KM 15+025 - LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA IN COMUNE DI CASTELVETRO DI MODENA (D.M. 225/2021) - ANNO 2023

### PROGETTO ESECUTIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

**PE005**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

PROT. n°

SCALA

DATA **MARZO 2024**

CL.

revisione

data

descrizione

redatto

controllato

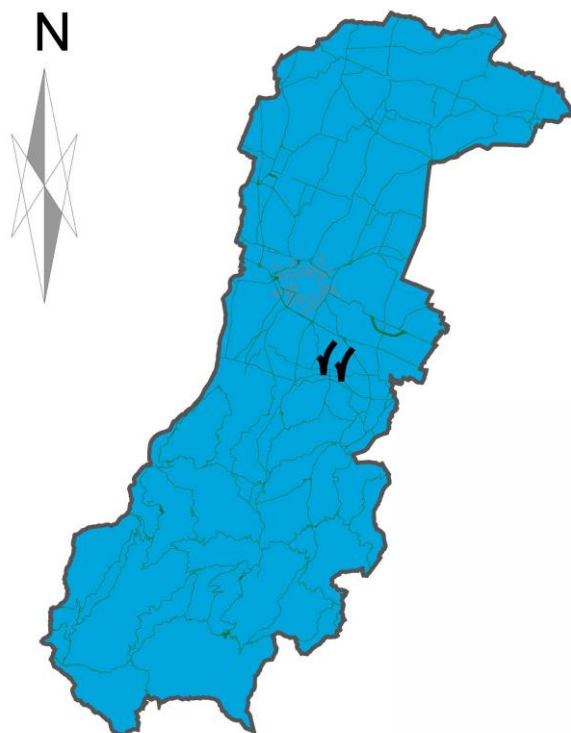
approvato

DEL

FASC.

SUB

A.D.



{ ubicazione intervento

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Luca Rossi

PROGETTISTA

Dott. Ing. Ubaldo Rubbianesi

Area Tecnica  
 Viabilità  
 Manutenzione strade (2)  
 Telefono 059 209 612 Fax 059 209 664  
 Viale Jacopo Barozzi 340 , 41124 MODENA - C.F. e P.I. 01375710363  
 Centralino 059 209 111 - www.provincia.modena.it -  
 provinciadi Modena@cert.provincia.modena.it

*Capitolato speciale d'appalto  
 (parte normativa)*

**S.P. 16 DI CASTELNUOVO - PONTE SUL TORRENTE GUERRO AL  
 KM 16+000 E PONTE SUL TORRENTE NIZZOLA AL KM 15+025 -  
 LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN  
 SICUREZZA IN COMUNE DI CASTELVETRO DI MODENA  
 (D.M. 225/2021) - ANNO 2023**

CUP: G37H21030700001

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

a)	Importo esecuzione lavorazioni soggetto a ribasso		€ 134.059,67
b)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza		€ 10.990,49
c)	Costo stimato della Manodopera		€ 33.177,72
<b>1)</b>	<b>Totale appalto</b>		<b>€ 178.227,88</b>
d)	Somme a disposizione dell'amministrazione		
	IVA 22%	€ 39.210,13	
	Spese tecniche 2%	€ 3.564,56	
	ANAC	€ 250,00	
	Imprevisti	€ 2.794,12	
	Prove di laboratorio	€ 3.445,94	
	Incarico professionista, oneri e iva inclusa	€ 22.507,37	
<b>d)</b>	<b>Totale somme a disposizione</b>		<b>€ 71.772,12</b>
<b>2)</b>	<b>Totale progetto</b>		<b>250.000,00 €</b>

**Il Responsabile Unico del Progetto**

Dr. Luca Rossi

**Il Progettista**

Ing. Ubaldo Rubbianesi

## Indice

### CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

- Art. 1 – Oggetto dell'appalto
- Art. 2 – Ammontare dell'appalto
- Art. 3 – Modalità di stipulazione del contratto
- Art. 4 – Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili
- Art. 5 – Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

### CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

- Art. 6 – Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto
- Art. 7 – Documenti che fanno parte del contratto
- Art. 8 – Disposizioni particolari riguardanti l'appalto
- Art. 9 – Fallimento dell'appaltatore
- Art. 10 – Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere
- Art. 11 – Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione
- Art. 12 – Sopralluogo e presa visione degli elaborati progettuali

### CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE

- Art. 13 – Consegna e inizio dei lavori
- Art. 14 – Termini per l'ultimazione dei lavori
- Art. 15 – Sospensioni e proroghe
- Art. 16 – Penali in caso di ritardo - Premio di accelerazione
- Art. 17 – Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma
- Art. 18 – Inderogabilità dei termini di esecuzione
- Art. 19 – Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

### CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA

- Art. 20 – Anticipazione
- Art. 21 – Pagamenti in acconto
- Art. 22 – Pagamenti a saldo
- Art. 23 – Ritardi nei pagamenti
- Art. 24 – Revisione prezzi
- Art. 25 – Cessione del contratto e cessione dei crediti

### CAPO 5 - CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

- Art. 26 – Lavori a misura
- Art. 27 – Lavoro a corpo
- Art. 28 – Lavori in economia
- Art. 29 – Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

### CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE

- Art. 30 – Garanzie a corredo dell'offerta
- Art. 31 – Cauzione definitiva
- Art. 32 – Riduzione delle garanzie
- Art. 33 – Assicurazione a carico dell'impresa

### CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

- Art. 34 – Modifiche e varianti al contratto
- Art. 35 – Varianti per errori od omissioni progettuali
- Art. 36 – Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

### CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

- Art. 37 – Norme di sicurezza generali
- Art. 38 – Sicurezza sul luogo di lavoro
- Art. 39 – Piani di sicurezza
- Art. 40 – Piano operativo di sicurezza
- Art.41– Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

### CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

- Art. 42 – Subappalto
- Art. 43 – Responsabilità in materia di subappalto

## **CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO**

Art. 44 – Controversie

Art. 45 – Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

Art. 46 – Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

## **CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE**

Art. 47 – Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

Art. 48 – Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione (i)

Art. 49 – Presa in consegna dei lavori ultimati

## **CAPO 12 - NORME FINALI**

Art. 50 – Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

Art. 51 – Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

Art. 52 – Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

Art. 53 – Custodia del cantiere

Art. 54 – Cartello di cantiere

Art. 55 – Spese contrattuali, imposte, tasse

## **TABELLE**

Tabella A – Categorie omogenee dei lavori ai fini della contabilità e delle varianti

Tabella B – Cartello di cantiere

Tabella C – Elementi principali della composizione dei lavori

## **ABBREVIAZIONI**

1. **Dlgs. 36/2016 e allegati - Codice** (Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'[articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78](#), recante delega al Governo in materia di contratti pubblici);
2. D.Lgs. n. 81/2008 (Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 concernente le prescrizioni in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
3. D.P.R. n. 207/2010 (D.P.R. 5 Ottobre 2010 n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 Aprile 2006 n. 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE") parte vigente nel periodo transitorio;
  4. D.M. n. 49/2018 (Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 49 del 7 Marzo 2018 - Regolamento recante : "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione");
5. Capitolato generale d'appalto ( Decreto del Ministero dei lavori pubblici - 19 Aprile 2000 n. 145) per quanto in vigore ed applicabile.
6. R.U.P. (Responsabile Unico di Progetto )

**PARTE PRIMA**  
**DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI**

**CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO**

Art. 1 - Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione di:

**TORRENTE GUERRO**

- Demolizione e rifacimento dei giunti di dilatazione
- Costruzione di ponteggio a telaio di fronte alle spalle
- Sollevamento di cm. 9 con mensole provvisoriale
- Sostituzione degli appoggi

**TORRENTE NIZZOLA**

- Scarifica della pavimentazione stradale fino alla soletta
- Costruzione dei cordoli esterni e della nuova soletta connessa a quella esistente con adeguate connessioni
- Guaina impermeabile
- Ripristino della pavimentazione stradale
- Barriere H2 bordo ponte e bordo laterale
- Giunti di dilatazione
- Costruzione di ponteggio di fronte all'impalcato
- Sabbiatura dell'impalcato
- Ripristino corticale delle travi
- Rinforzo con fibre di carbonio

2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite nel presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
3. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

TIPOLOGIA INTERVENTO*	CODICE CPV**
07	45233141-9

Art. 2 - Ammontare dell'appalto

1. L'importo dei lavori posto a base di gara è definito come segue:

<i>Importi in EURO</i>	<i>Colonna a)</i>	<i>Colonna b)</i>	<i>Colonna c)</i>	<i>Colonna d)</i>
	Importo esecuzione lavori	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	manodopera	Importo totale appalto
1 A misura	127.632,00	10.990,49	31.374,84	169.997,33
2 In economia				
totale				169.997,33

2. L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori di cui al comma 1, colonna a), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale sui prezzi unitari offerto dall'aggiudicatario in sede di gara, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere definito al comma 1, colonna b) e dei costi stimati della manodopera, indicati in colonna c) e non soggetto al ribasso d'appalto ai sensi del combinato disposto dell'art. 41 comma 13 e 14 Dlgs. 36/2023 e dell'art. 100 del D.lgs. n.81/2008.

Art. 3 - Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato interamente a misura
2. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si intende offerto ed applicato a tutti i prezzi unitari in elenco i quali, così ribassati, costituiscono i prezzi contrattuali da applicare alle singole quantità eseguite.
3. I prezzi contrattuali sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell' art. 120 D.Lgs. 36/2023.
4. I rapporti ed i vincoli negoziali di cui al presente articolo si riferiscono ai lavori posti a base d'appalto di cui all'articolo 2, comma 1, colonna a), mentre per gli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), costituiscono vincolo negoziale i prezzi indicati a tale scopo dalla Stazione appaltante negli atti progettuali e in particolare nell'elenco dei prezzi allegati al presente capitolato speciale.

#### Art. 4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

1. Ai sensi dell' allegato I.7 e dell'allegato II.12 del Codice d.lgs. 36/2023, degli artt. 60, 61 del D.P.R. 207/2010 e del Decreto Ministero Infrastrutture e trasporti n. 248 del 10.11.2016, i lavori sono classificati nella/e categoria/e prevalente/scorporabile/i come da prospetto che segue:

CATEGORIE DI LAVORAZIONI	IMPORTO LAVORI in Euro (al netto degli oneri di sicurezza)	IMPORTO ONERI PER LA SICUREZZA in Euro	IMPORTO TOTALE in Euro (lavori + oneri)
OG3	146.478,72	10.000,00	156.478,72
OS12 LAVORAZIONE SPECIALISTICA INFERIORE DEL 10%	12.528,12	990,49	13.518,61
TOTALE	159.006,84	10.990,49	169.997,33

#### Art. 5 - Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili- omissis

- ~~1. I gruppi di lavorazioni omogenee di cui agli art. 32 e art. 43, commi 6, 7 e 8, del D.P.R.n.207/2010, sono indicati nella tabella «A», allegata al presente capitolato speciale quale parte integrante e sostanziale.~~

### **CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE**

#### Art. 6 - Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; in particolare l'interpretazione del contratto deve seguire in principi di cui agli art. 1, 2, 3 di cui al Dlgs. 36/2023 nonché gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.
2. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
3. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

#### Art. 7 - Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
  - a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145;
  - b) il presente capitolato speciale d'appalto comprese le tabelle allegato allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
  - c) tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo e la perizia geologica; (\*)
  - d) l'elenco dei prezzi unitari;

- e) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del d.lgs. n. 81/2008 e le proposte eventualmente integrative al predetto piano;
  - f) il piano operativo di sicurezza;
  - g) il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del D.P.R. n. 207/2010 ;
  - h) *il documento di valutazione dei rischi (ove previsto, da inserire quando non c'è il PSC..... ) ai sensi degli articoli 26 e 28 del D.Lgs.n.81/2008;*
  - i) il computo metrico estimativo
2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici.

#### Art. 8 - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto e del presente capitolato da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col Responsabile Unico del Progetto, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

#### Art. 9 - Fallimento dell'appaltatore

1. In caso di procedure concorsuali dell'appaltatore la Stazione appaltante si avvale, salvi e senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall' art. 124 Dlgs. 36/2023.

#### Art. 10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere, ricevere, quietanzare somme ricevute in conto o saldo o le modalità di accredito.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere anche nel caso di amministratore o gestore di fatto indicato in sede di gara.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per motivi disciplinari, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

#### Art. 11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui all'allegato II.14 art. 4, e successivi.

## Art.12 – Sopralluogo e presa visione degli elaborati progettuali

1. Allo scopo di garantire la piena conoscenza dello stato dei luoghi e dei contenuti del progetto, i concorrenti dovranno effettuare accurata visita del luogo in cui si svolgeranno i lavori.
2. L'impresa dovrà altresì esaminare tutti gli elaborati progettuali nei tempi e modalità previsti sempre nelle norme di gara/lettera invito.

## **CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE**

### Art. 13 - Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori ai sensi dell'art. 17 comma 8 Dlgs 36/2023 a seguito dell'adozione del provvedimento di aggiudicazione, anche nelle more della stipulazione formale del contratto; in tal caso il R.U.P. autorizza il direttore dei lavori alla consegna dei lavori, che procederà ai sensi dell'art. 3 comma 9 all.II del D.lgs. 36/2023.
3. Se nel giorno fissato e comunicato formalmente, l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto o revocare l'aggiudicazione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia definitiva al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
4. L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

### Art. 14 - Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni 120 naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Fuori dai casi di cui all'articolo 15, il termine può essere sospeso, per le ragioni indicate dall'articolo 121 dlgs 36/2023 e dalla parte seconda del presente capitolato speciale d'appalto, dopo non meno di 5 giorni a discrezione della direzione lavori, e rimanere sospeso per non più di 15 giorni, con ripresa della decorrenza dei termini dopo l'ordine di ripresa dei lavori; fermo restando che i termini complessivi dei due periodi lavorativi separati non devono superare il tempo utile già indicato.
3. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto delle ferie contrattuali.
4. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

### Art. 15 - Sospensioni e proroghe

1. Qualora cause di forza maggiore, condizioni climatiche od altre circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori - d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore - può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale.
2. Si applicano le disposizioni di cui all'art. 121 del D.Lgs. n. 36/2023 e articolo 8 allegato II.14.
3. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroga che, se riconosciuta giustificata, è concessa dalla direzione dei lavori purché la domanda pervenga prima della scadenza del termine contrattuale.
4. A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.
5. I verbali per la concessione di sospensioni o proroghe, redatti con adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori e controfirmati dall'appaltatore e recanti l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori, devono pervenire al Responsabile Unico del Procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato;



qualora il Responsabile Unico del Procedimento non si pronunci entro tre giorni dal ricevimento, i verbali si danno per riconosciuti e accettati dalla Stazione appaltante.

6. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del relativo verbale, accettato dal Responsabile Unico del ~~Procedimento~~ o sul quale si sia formata l'accettazione tacita. Non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del Responsabile Unico del Progetto.
7. Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al Responsabile Unico del Progetto qualora il predetto verbale gli sia stato trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione ovvero rechi una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.

#### Art. 16 - Penali in caso di ritardo

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori dei lavori viene applicata una penale pari all' 1 per mille ai sensi dell'art. 126 del dlgs 36/2023 .
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
  - a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 13, comma 3; ( \* penale su singoli step oppure sulla tempistica di fine lavori)
  - b) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
  - c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
  - d) nel rispetto delle soglie temporali fissate a tale scopo nel cronoprogramma dei lavori;
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'articolo 17.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
5. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10 per cento dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 19, in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi

#### Art. 17 – Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

1. Entro 15 giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predisporre e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione (art. 43 comma 10 del D.P.R. n. 207/2010).
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
  - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
  - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
  - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque

- modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
  - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 del D.lgs. n. 81/2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.
3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.
4. Ai fini dell'applicazione delle penali di cui all'articolo 16, comma 2, lettera d), si tiene conto del rispetto delle seguenti soglie del predetto programma, considerate inderogabili, a partire dalla data di consegna dei lavori:
- a) 58.283,42 € entro giorni 42
  - b) 108.953,97 € entro giorni 78
5. In caso di consegna parziale, il programma di esecuzione dei lavori di cui al comma 1 deve prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili; qualora dopo la realizzazione delle predette lavorazioni permangano le cause di indisponibilità si applica l'articolo 121 del D.Lgs n.36/2023.

#### Art. 18 – Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:
- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
  - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
  - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
  - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
  - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal capitolato speciale d'appalto;
  - f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
  - g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

#### Art. 19 - Risoluzione del contratto

Le stazioni appaltanti possono risolvere un contratto di appalto senza limiti di tempo, se si verificano una o più delle seguenti condizioni:

- a) con riferimento alle modificazioni di cui all'[articolo 120, comma 1, lettere b\) e c\)](#), superamento delle soglie di cui al [comma 2 del predetto articolo 120](#) e, con riferimento alle modificazioni di cui all'[articolo 120, comma 3](#), superamento delle soglie di cui al medesimo articolo 120, comma 3, lettere a) e b);
- c) l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto, in una delle situazioni di cui all'[articolo 94, comma 1](#), e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di gara;
- d) l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'[articolo 258 del Trattato sul funzionamento dell'Unione europea](#).

2. Le stazioni appaltanti risolvono un contratto di appalto qualora nei confronti dell'appaltatore:

- a) sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
- b) sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione

di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, di cui al [decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159](#), ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui al [Capo II del Titolo IV della Parte V del presente Libro](#).

3. Il contratto di appalto può inoltre essere risolto per grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da compromettere la buona riuscita delle prestazioni. Il direttore dei lavori o il direttore dell'esecuzione, se nominato, quando accerta un grave inadempimento avvia in contraddittorio con l'appaltatore il procedimento disciplinato dall'articolo 10 dell'[allegato II.14](#). All'esito del procedimento, la stazione appaltante, su proposta del RUP, dichiara risolto il contratto con atto scritto comunicato all'appaltatore.

Nei casi di risoluzione del contratto per fatto addebitabile all'appaltatore le somme dovute per le prestazioni/lavori regolarmente eseguiti sono decurtate degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto, e in sede di liquidazione finale dei lavori, servizi o forniture riferita all'appalto risolto, l'onere da porre a carico dell'appaltatore è determinato anche in relazione alla maggiore spesa sostenuta per il nuovo affidamento, se la stazione appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'[articolo 124, comma 2](#), primo periodo d.lgs 36/2023.

Nei casi di risoluzione del contratto, l'appaltatore provvede al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine assegnato dalla stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese.

Resta salva la facoltà della Stazione appaltante di escutere la garanzia definitiva per l'ulteriore danno subito.

#### Art. 19 bis - Risoluzione per grave ritardo

1. Qualora, al di fuori di quanto previsto dall'articolo 19 l'esecuzione delle prestazioni sia ritardata per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il direttore dell'esecuzione, se nominato, gli assegna un termine che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine, e redatto il processo verbale in contraddittorio, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, con atto scritto comunicato all'appaltatore, fermo restando il pagamento delle penali.

In tutti i casi di risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti.

E' da considerarsi grave ritardo, rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate, l'inadempimento dell'affidatario che si protrae per un termine superiore a 60 giorni naturali consecutivi, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione.

2. La risoluzione del contratto trova applicazione, dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine non inferiore a 10 giorni decorrenti dal ricevimento della comunicazione per compiere i lavori, e decorsi inutilmente gli stessi, in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 16, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
4. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto.
5. Nel caso di sospensione del cantiere ai sensi dell'art. 92 comma 1 lett.e) del D.Lgs.n.81/2008 la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 20 giorni senza necessità di ulteriori adempimenti con riserva di risarcimento di eventuali danni subiti.
6. Resta salva la facoltà della Stazione appaltante di escutere la garanzia definitiva per l'ulteriore danno subito.

#### Art. 19 ter Recesso

Fermo restando quanto previsto dagli [articoli 88, comma 4-ter e 92, comma 4, del codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, di cui al decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159](#), la stazione appaltante può recedere dal contratto in qualunque momento purché tenga indenne l'appaltatore mediante il pagamento dei lavori eseguiti o delle prestazioni relative ai servizi e alle forniture eseguiti nonché del valore

dei materiali utili esistenti in cantiere nel caso di lavori o in magazzino nel caso di servizi o forniture, oltre al decimo dell'importo delle opere, dei servizi o delle forniture non eseguite, calcolato secondo quanto previsto dell'allegato II.14.

2. L'esercizio del diritto di recesso è manifestato dalla stazione appaltante mediante una formale comunicazione all'appaltatore da darsi per iscritto con un preavviso non inferiore a venti giorni, decorsi i quali la stazione appaltante prende in consegna i lavori, servizi o forniture ed effettua il collaudo definitivo o verifica la regolarità dei servizi e delle forniture.

3. L'[allegato II.14](#) disciplina il rimborso dei materiali, la facoltà di ritenzione della stazione appaltante e gli obblighi di rimozione e sgombero dell'appaltatore.

## **CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA**

### Art. 20 – Anticipazione

1. È ammessa l'anticipazione, di cui all'art. 125 Dlgs. 36/2023, nella misura massima del 20% da corrispondere all'appaltatore secondo le modalità e le disposizioni contenute nella norma richiamata o successive disposizioni normative vigenti, a seguito di comprovata dichiarazione di effettivo inizio dei lavori da parte del Direttore dei lavori.
2. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorata del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori compreso IVA. Il rilascio dell'anticipazione è subordinato alla consegna di stipulazione di adeguata garanzia fideiussoria stipulata nelle forme di cui allo Schema tipo – DM 193/ 2022 .

### Art. 21 - Pagamenti in acconto

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 27, 28, 29 e 30, al netto del ribasso d'appalto, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, un importo non inferiore al 40 % (settanta per cento) dell'importo contrattuale.
2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale come previsto dall'art. 11 comma 6 Dlgs 36/2023.
3. Al raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità ed emette il relativo Stato di avanzamento Lavori il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il .....» con l'indicazione della data; contestualmente o entro il termine massimo di 7 gg. dall'adozione del relativo S.a.l., il Responsabile unico del procedimento emette, il relativo certificato di pagamento.
4. La Stazione appaltante provvede ai pagamenti in acconto entro i 30 giorni decorrenti dall'adozione del S.a.l.,
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 30 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
6. Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il responsabile unico del procedimento provvede a dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.
7. Come previsto dall'art. 11 comma 6 del D.lgs. 36/2023 , in caso di inadempienza contributiva risultante dal DURC relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile. In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del DURC. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale di cui al primo periodo, il responsabile unico del progetto invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi 15 quindici giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine di

cui al terzo periodo, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

#### Art. 22 - Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 15 giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione ai sensi del comma 3.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 15 giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.
3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 21, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 30 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.
4. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 117 comma 9 Dlgs. 36/2023 non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
5. La garanzia fideiussoria di cui al comma 4 deve avere validità ed efficacia non inferiore a 26 (ventisei) mesi dalla data di emissione del certificato di regolare esecuzione/collaudo lavori e deve essere prestata con le forme e modalità di cui al D.M. 193/2022 . Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

#### Art. 23 – omissis

#### Art. 24 - Revisione prezzi

Ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. 36/2023, al ricorrere di particolari condizioni di natura oggettiva, che determinano una variazione del costo dell'opera, della fornitura o del servizio, in aumento o in diminuzione, superiore al 5 per cento dell'importo complessivo, la stazione appaltante riconosce la revisione delle condizioni economiche nella misura dell'80 per cento della variazione stessa se riferite alle prestazioni da eseguire in maniera prevalente.

Ai fini della determinazione della variazione dei costi e dei prezzi di cui al comma 1, si utilizzano i seguenti indici sintetici elaborati dall'ISTAT:

- a) con riguardo ai contratti di lavori, gli indici sintetici di costo di costruzione;
- b) con riguardo ai contratti di servizi e forniture, gli indici dei prezzi al consumo, dei prezzi alla produzione dell'industria e dei servizi e gli indici delle retribuzioni contrattuali orarie.

. Per far fronte ai maggiori oneri derivanti dalla revisione prezzi di cui al presente articolo le stazioni appaltanti utilizzano:

- a) nel limite del 50 per cento, le risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, e le eventuali ulteriori somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziare annualmente relativamente allo stesso intervento;
- b) le somme derivanti da ribassi d'asta, se non ne è prevista una diversa destinazione dalle norme vigenti;
- c) le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile.

#### Art. 25 - Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto. Nel caso di cessione o affitto di ramo d'azienda. .. ( addendum contratto valutare)
2. È ammessa la cessione dei crediti nei termini e secondo le modalità previste allegato II.14 art. 6 del D.lgs. 36/2023.

## **CAPO 5 - CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI**

### Art. 26 - Lavori a misura

1. La misurazione e valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità poste in opera.
2. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
4. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari dell'elenco prezzi unitari di cui all'art.3 comma 3 del presente capitolato speciale.
5. Gli oneri per la sicurezza, come evidenziati all'art. 2 comma 1 colonna b e alla tabella "A" rigo b) allegata e parte integrante del presente capitolato, per la parte prevista a misura sono valutati sulla base dei prezzi di cui all'elenco allegato al presente capitolato, con le quantità rilevabili ai sensi del presente articolo.

### Art. 27 - Lavori a corpo

1. In corso d'opera, qualora debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 34 o 35, e queste non siano valutabili mediante i prezzi contrattuali e la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 36, non sia ritenuta opportuna dalle parti, le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo", a sua volta assoggettato al ribasso d'asta, resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo del medesimo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.
4. La realizzazione di sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici per i quali sia previsto un prezzo contrattuale unico non costituiscono lavori a corpo.
5. Gli oneri per la sicurezza, come evidenziati all'articolo 2, comma 1, colonna b), come evidenziato al rigo b della tabella "A" in allegato e parte integrante del presente capitolato, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita negli atti di progetto o di perizia, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota proporzionale a quanto eseguito.

### Art. 28 - Lavori in economia

OMISSIS

### Art. 29 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

1. Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.

2. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 21, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
3. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

## **CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE**

### Art. 30 – Garanzia provvisoria

Ai sensi dell'art. 53 del D.lgs. 36/2023, non è richiesta la garanzia provvisoria.

### Art. 31 – Garanzia definitiva

1. La garanzia definitiva è richiesta ai sensi dell'art. 53 comma 4 del D.lgs. 36/2023, nella misura del 5% dell'importo contrattuale.
2. Può essere costituita presso l'istituto incaricato del servizio di tesoreria o presso le aziende autorizzate, a titolo di pegno a favore della stazione appaltante, esclusivamente con bonifico o con altri strumenti e canali di pagamento elettronici previsti dall'ordinamento vigente. La garanzia fideiussoria può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività, oppure dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'articolo 106 del testo unico delle leggi in materia bancaria e creditizia, di cui al decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'apposito albo e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa.
3. La garanzia fideiussoria deve essere emessa e firmata digitalmente; essa deve essere altresì verificabile telematicamente presso l'emittente ovvero gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'articolo 8-ter, comma 1, del decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 135, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 febbraio 2019, n. 12, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AGID con il provvedimento di cui all'[articolo 26, comma 1](#).
4. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'[articolo 1957, secondo comma, del codice civile](#), nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.
5. La garanzia deve essere prestata sulla base dello schema tipo DM 193/2022.

### Art. 32 – Riduzione della garanzia per i concorrenti in raggruppamento

1. Nel caso di soggetti riuniti in raggruppamento la riduzione sarà accordata qualora il possesso delle predette certificazioni sia comprovato secondo le disposizioni contenute nelle norme di gara.

### Art. 33 - Assicurazioni a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 117 comma 10 del D.Lgs. n.36/2023, l'esecutore dei lavori costituisce e consegna alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori a produrre una polizza assicurativa che copra tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti verificatisi in corso di esecuzione dei lavori, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore che preveda anche una garanzia della responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione, deve inoltre recare espressamente il vincolo a favore della Stazione appaltante ed essere efficace senza riserve anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore. **Qualora siano previste franchigie o scoperti, essi dovranno essere posti a carico del contraente. L'importo della somma da assicurare di norma corrisponde all'importo del contratto stesso salvo non sussistano motivate particolari circostanze che impongano un importo da assicurare superiore.**
2. **Ai sensi dell'art.117 comma 12, la polizza dovrà essere conforme come contenuto allo Schema**

**tipo 2.3 / Scheda tecnica 2.3 del Decreto Ministero dello Sviluppo economico del 16 Settembre 2022 n.193.** Tale polizza, pertanto, dovrà rispettare quanto previsto dal citato art. 103 comma 9 nonché le previgenti disposizioni in merito sia alla “Copertura assicurativa dei danni alle opere durante la loro esecuzione e garanzie di manutenzione”, sia alla “Copertura assicurativa della responsabilità civile durante l'esecuzione delle opere”. Conseguentemente, la stessa dovrà prevedere:

- a) alla Sezione - A - partita 1 “ Opere” - una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto al lordo dell'I.V.A.
- b) alla Sezione - A - partita 2 “ Opere preesistenti “ una somma assicurata non inferiore a € 300.000,00
- c) alla Sezione - A – partita 3 “ Demolizione e sgombero”, una somma assicurata non inferiore a € 50.000,00

Tale polizza per la parte relativa alla Sezione B “ responsabilità civile per danni causati a terzi”, deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore a € 500.000 (pari al 5% per la somma assicurata al comma 2 lettera a) con minimo di 500.000 Euro e max 5.000.000 Euro).

(la parte sottostante, è da inserire nel capitolato solamente nel caso in cui si tratti di lavori che possano comportare tali rischi ed è altresì necessario prevedere a cura del tecnico un massimale di copertura specificando se complessivo o per sinistro)

N.B. Oltre a quanto previsto dallo schema tipo 2.3 dovrà specificatamente essere prevista la copertura assicurativa per:

- danni a cose dovuti a vibrazioni;
- danni a cose dovuti a rimozione o franamento o cedimento del terreno di basi di appoggio o di sostegni in genere;
- danni a cavi e condutture sotterranee;

per una somma assicurata complessiva / per sinistro non inferiore a € 100.000,00

Nell'ipotesi in cui sia previsto un periodo di garanzia dopo l'ultimazione dei lavori, alla data dell'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione la polizza assicurativa di cui al comma 3 è sostituita da una polizza che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.

Resta l'obbligo in capo all'aggiudicatario di procedere alle integrazioni e /o proroghe della polizza C.A.R. presentata nel caso di varianti o sospensioni contrattuali.

## **CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE**

### Art. 34 Varianti e modifiche al contratto

Fermo quanto previsto per l'applicazione della revisione prezzi, di cui all'art. 60 Dlgs 36/2023 i contratti di appalto possono essere modificati senza una nuova procedura di affidamento nei casi seguenti:

- a) eventuali opzioni e varianti dichiarate
- b) per la sopravvenuta necessità di lavori, servizi o forniture supplementari, non previsti nell'appalto iniziale, ove un cambiamento del contraente nel contempo:
  - 1) risultati impraticabile per motivi economici o tecnici;
  - 2) comportamenti per la stazione appaltante notevoli disagi o un sostanziale incremento dei costi;

in tale ipotesi, le varianti in corso d'opera devono essere motivate da circostanze imprevedibili da parte della stazione appaltante. Rientrano in tali circostanze nuove disposizioni legislative o regolamentari o provvedimenti sopravvenuti di autorità o enti preposti alla tutela di interessi rilevanti; Sono sempre consentite, a prescindere dal loro valore, le modifiche non sostanziali. La modifica è considerata sostanziale quando altera considerevolmente la struttura del contratto o dell'accordo quadro e l'operazione economica sottesa.

Si rinvia all'art. 120 Dlgs 36/2023.



#### Art. 35 – Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Ai fini del presente articolo si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
2. Si applica l' art. 120 del dlgs 36/2023

#### Art. 36 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4.
2. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di accordo applicando i prezzi definiti mediante l'utilizzo di prezzari ufficiali di riferimento di cui all'art. 32 del D.P.R. n. 207/2010 , ridotti dello stesso ribasso offerto in sede di affidamento.
3. Per quanto attiene alla disciplina delle riserve si rinvia alle disposizioni dell' articolo 7 dell'Allegato II.14 del codice D.Lgs. 36/2023.

### **CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA**

#### Art. 37 - Norme di sicurezza generali

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

#### Art. 38 - Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del decreto legislativo n. 81/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

#### Art. 39 – Piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi del decreto legislativo n. 81/2008 .
2. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:
  - a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie ovvero quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
  - b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Nei casi di cui al comma 2, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
5. Nei casi di cui al comma 2, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni

comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

#### Art. 40 – Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza previsto dall'art.89 comma 1 lett.h) del D.Lgs.n.81/2008 per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza comprende il documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 28 del D.Lgs.n.81/2008 e contiene inoltre le notizie di cui all'articolo 18 dello stesso decreto, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

#### Art. 41 – Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del decreto legislativo n. 81/2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli 95, 96 e 97 e all'allegato XIII del citato decreto.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese, detto obbligo incombe rispettivamente, sull'impresa mandataria capogruppo o sull'impresa esecutrice. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento oppure sostitutivo ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

### **CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO**

#### Art. 42 - Subappalto

1. Il subappalto è interamente regolato dall'art. 119 del D.Lgs n. 36/2023succ. integrazioni e modificazioni e dalle norme di gara. Il subappalto viene autorizzato dall'amministrazione, in presenza delle condizioni di legge, ai sensi di quanto previsto dall'art.119 del D.Lgs n. 36/2023. L'affidatario, e per suo tramite le imprese subappaltatrici, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali (inclusa la Cassa edile), assicurativi ed antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza di cui all'art.16 del presente capitolato.

Il subappalto a cascata è vietato per la complessità delle opere in progetto e la presenza di lavorazioni specialistiche.

2. L'Amministrazione procede al pagamento diretto a favore dei soggetti individuati quali subappaltatori e muniti di apposita e preventiva autorizzazione. L'appaltatore deve indicare la parte di prestazioni eseguite dal subappaltatore o dal cottimista, con la specificazione del relativo importo. Inoltre, come previsto dalle disposizioni operative del Direttore dell'Area Lavori Pubblici (prot. n. 45835 del 11.10.2016), al subappaltatore compete di trasmettere alla Provincia copia della fattura relativa ai lavori eseguiti, fattura che dovrà essere intestata all'appaltatore senza addebito di I.V.A. (in applicazione del regime c.d. "reverse charge" ex art. 17 del D.P.R. n. 633/1972) e non alla stazione appaltante. Nel caso di disaccordo fra appaltatore e subappaltatore, l'amministrazione, in contraddittorio, valuterà le prestazioni effettivamente eseguite sulla base della documentazione ufficiale acquisita agli atti del cantiere quali, libro giornale, contabilità e misurazioni attestata dalla Direzione lavori.

3. Sul certificato di pagamento, saranno, quindi, indicati l'importo totale del S.A.L. e, in detrazione, oltre alle consuete ritenute di legge, l'importo liquidato al subappaltatore. L'I.V.A. e le ritenute di legge da applicare sono calcolate sull'importo totale del S.A.L. e devono essere applicate al solo appaltatore; tutti i pagamenti (in acconto o a saldo) all'appaltatore e al subappaltatore sono subordinati alla preventiva verifica della regolarità contributiva (D.U.R.C.) su entrambi i soggetti.

#### Art. 43 – Responsabilità in materia di subappalto

1. Il contraente principale e il subappaltatore sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto di subappalto. L'aggiudicatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'articolo 29 del d.lgs. 10 settembre 2003, n. 276.
2. Il direttore dei lavori e il Responsabile Unico del Procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81/2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.
3. Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dalla legge 13 settembre 1982 n. 646 art. 21, come modificato dall'art. 25 comma 1, lett. a) e b) del D.L. 4 ottobre 2018 n. 113 convertito con modificazioni dalla L. 1 dicembre 2018 n.132 (reclusione da uno a cinque anni e multa).

### **CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO**

#### Art. 44 - Controversie

1. Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale si applicano i procedimenti volti al raggiungimento dell'accordo bonario disciplinati dall'art. 210 del D.lgs. n. 36/2023.
2. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi del comma 1, né alla transazione di cui all'art. 212 del D.Lgs. n. 36/2023, per la definizione delle controversie è competente il Foro di Modena.

#### Art. 45 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori.
2. In particolare, nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga, ai sensi dell'art.102 del D.Lgs. 36/2023 a:
  - a) garantire la stabilità occupazionale del personale impiegato;
  - b) garantire l'applicazione dei contratti collettivi nazionali e territoriali di settore, tenendo conto, in relazione all'oggetto dell'appalto e alle prestazioni da eseguire, anche in maniera prevalente, di quelli stipulati dalle associazioni dei datori e dei prestatori di lavoro comparativamente più rappresentative sul piano nazionale e di quelli il cui ambito di applicazione sia strettamente connesso con l'attività oggetto dell'appalto o della concessione svolta dall'impresa anche in maniera prevalente, nonché garantire le stesse tutele economiche e normative per i lavoratori in subappalto rispetto ai dipendenti dell'appaltatore e contro il lavoro irregolare;
  - c) garantire le pari opportunità generazionali, di genere e di inclusione lavorativa per le persone con disabilità o svantaggiate.
3. L'appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante ed è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
4. In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione appaltante o a essa segnalata da un ente preposto, la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e procede a una detrazione del 20% per cento sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

5 . In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale di cui al comma 5, il Responsabile Unico del Procedimento invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi quindici giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

#### Art. 46 - Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Qualora ricorrano le fattispecie di cui all'art. 122, comma 1 del D.lgs. 36/2023, il Responsabile unico del procedimento può proporre alla Stazione Appaltante la risoluzione del contratto d'appalto, tenuto conto dello stato dei lavori e delle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, mediante formale contestazione scritta all'Appaltatore e senza alcun obbligo di preavviso.
2. Nei casi previsti all'art. 122, comma 2, lett. a) e b) del D.lgs. 36/2023, la Stazione Appaltante provvederà alla risoluzione di diritto del contratto d'appalto.
3. In caso di grave inadempimento o grave ritardo dell'Appaltatore, debitamente accertati, si rinvia a quanto previsto all'art. 122, commi 3 e 4 del D.lgs. 36/2023.
4. A norma e per gli effetti di cui all'art. 1456 Cod.Civ., l'Amministrazione ha il diritto di risolvere il contratto d'appalto, previa comunicazione da inviarsi all'Appaltatore, di volersi avvalere della presente clausola risolutiva espressa, con riserva di risarcimento danni, nei seguenti casi:
  - a) gravi inadempienze accertate alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni e la sicurezza sul lavoro;
  - b) proposta motivata del Coordinatore per la sicurezza nella fase esecutiva dei lavori, ai sensi dell'articolo 92, comma 1, lett. e), del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.;
  - c) abusivo subappalto, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;
  - d) in caso di fallimento senza autorizzazione o irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscano la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione;
  - e) mancata presa in consegna dell'area da parte dell'Appaltatore e mancato inizio dei lavori ai sensi del presente capitolato;
  - f) violazione degli obblighi previsti dal combinato disposto degli artt. 54 D.Lgs. 165/2001 e s.m.i. e 2, comma 3 D.P.R. 62/2013 e delle disposizioni contenute nel "*Codice di comportamento dell'ente*";
  - g) violazione degli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla Legge n. 136/2010;
  - h) perdita dell'iscrizione dall' " Elenco dei fornitori, prestatori di servizi ed esecutori di lavori non soggetti a tentativo di infiltrazione mafiosa( art. 1, commi dal 52 al 57, della legge n.190/2012, D.P.C.M. 18 aprile 2013) cosiddette "White List " della Prefettura competente.

I casi elencati saranno contestati all'Appaltatore per iscritto dal Responsabile Unico del Procedimento, previamente o contestualmente alla dichiarazione di volersi avvalere della clausola risolutiva espressa di cui al presente articolo.

5. Nel caso di risoluzione, l'Amministrazione si riserva ogni diritto al risarcimento dei danni subiti ex art. 1453, comma 1 del Cod. Civ., ed in particolare si riserva di esigere dall'Impresa il rimborso di eventuali spese incontrate in misura superiore rispetto a quelle che avrebbe sostenuto in presenza di un regolare adempimento del contratto, come previsto anche all'art. 122, comma 8 del D.lgs. 36/2023.
7. L'Appaltatore potrà richiedere la risoluzione del contratto d'appalto, senza indennità, al verificarsi di quanto previsto dall'art. 121 comma 5 del D.lgs. 50/2016.

### **CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE**

#### Art. 47 - Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. Ai sensi dell'art. 12 del D.M. 7 Marzo 2018 n.49, il certificato di ultimazione può prevedere

l'assegnazione di un termine perentorio non superiore a sessanta giorni per il completamento di lavorazioni di piccola entità accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulle funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate.

3. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato speciale, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
4. L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.
5. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o del certificato di regolare esecuzione da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

#### Art. 48 - Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione

1. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

#### Art. 49 - Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori, ai sensi dell'art. 230 del D.P.R. n. 207/2010 .
2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporsi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del Responsabile Unico del Procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato speciale.

### **CAPO 12 - NORME FINALI**

#### Art. 50 - Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al D.P.R. n. 207/2010 e al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.
  - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;

- b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
- c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
- e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.
- f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- l) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- m) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- n) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- o) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- p) la predisposizione del personale, degli strumenti, dei mezzi e delle attrezzature necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove, controlli e collaudi dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- q) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;

- r) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
  - s) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
  - t) la predisposizione del personale, degli strumenti, dei mezzi e delle attrezzature necessari per le prove di collaudo sulle fondazioni, sulle strutture di qualsiasi genere, sugli impalcati dei ponti secondo le disposizioni della direzione lavori e del collaudatore, ogni onere compreso.
2. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorti, rogge, privati, Comune, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

#### Art. 51 - Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:
- a) il libro giornale a pagine previamente numerate nel quale sono registrate, a cura dell'appaltatore:
    - tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori: condizioni meteorologiche, maestranza presente, fasi di avanzamento, date dei getti in calcestruzzo armato e dei relativi disarmi, stato dei lavori eventualmente affidati all'appaltatore e ad altre ditte,
    - le disposizioni e osservazioni del direttore dei lavori,
    - le annotazioni e contro deduzioni dell'impresa appaltatrice,
    - le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori;
  - b) il libro dei rilievi o delle misure dei lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tempestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che vengono occultate con il procedere dei lavori stessi; tale libro, aggiornato a cura dell'appaltatore, è periodicamente verificato e vistato dal Direttore dei Lavori; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere, ciascuna delle parti deve prestarsi alle misurazioni in contraddittorio con l'altra parte;
  - c) note delle eventuali prestazioni in economia che sono tenute a cura dell'appaltatore e sono sottoposte settimanalmente al visto del direttore dei lavori e dei suoi collaboratori (in quanto tali espressamente indicati sul libro giornale), per poter essere accettate a contabilità e dunque retribuite.
  - d) L'appaltatore dovrà inoltre tenere a disposizione in originale o in copia (resa conforme ai sensi del 445/2000) i seguenti documenti:
    - il libro unico del lavoro nel quale sono iscritti tutti i lavoratori subordinati, i collaboratori coordinati e continuativi e gli associati in partecipazione con apporto lavorativo. Il libro unico dovrà essere tenuto secondo le prescrizioni contenute negli articoli 39 e 40 del D.L. 25.6.2008 n.112 e successive modificazioni e integrazioni e secondo le disposizioni previste dal Decreto del Ministero del Lavoro 9 Luglio 2008 "Modalità di tenuta e conservazione del libro unico del lavoro e disciplina del relativo regime transitorio" e nella Circolare 21 Agosto 2008 n.20/2008. Per i lavoratori extracomunitari anche il permesso o la carta di soggiorno. Ogni omissione, incompletezza o ritardo in tale adempimento sarà segnalato dal coordinatore in fase di esecuzione dei lavori alla Direzione Provinciale del lavoro – Servizio Ispezioni del Lavoro;
    - registro infortuni aggiornato;
    - eventuali comunicazioni di assunzione;
    - Documento unico di regolarità contributiva ( DURC) che dovrà essere aggiornato;
    - documentazione attestante la formazione di base in materia di prevenzione e sicurezza sui luoghi di lavoro, come previsto dagli accordi contrattuali, effettuata ai propri lavoratori presenti sul cantiere;
    - documentazione relativa agli obblighi del D.Lgs. n.81/2008, ai propri impianti di cantiere, al POS,

al piano di montaggio/smontaggio ponteggi;

- copia dell'autorizzazione al/i subappalto/i e/o copia della/e comunicazione/i di fornitura/e con posa in opera.

2. Nell'ambito dei cantieri edili, compresi i lavori stradali, l'appaltatore deve assicurare il rispetto di quanto previsto rispettivamente dagli articoli 18 comma 1 lett.u) e 20 comma 3 del D.Lgs.n.81/2008 in materia di tessera di riconoscimento per tutti i lavoratori che operano nel cantiere, compresi i lavoratori autonomi. La tessera di riconoscimento deve contenere foto e generalità ( nome, cognome e data di nascita) del lavoratore, la data di assunzione e l'indicazione ( nome e ragione sociale) del datore di lavoro e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione. Nel caso di lavoratori autonomi, la tessera di riconoscimento di cui all'art.21, comma 1, lettera c) del D.Lgs. n.81/2008 deve contenere anche l'indicazione del committente. Le imprese con meno di 10 dipendenti possono adempiere a tale obbligo attraverso apposito registro, vidimato dalla Direzione Provinciale del lavoro e da tenere sul luogo di lavoro, nel quale siano rilevate giornalmente le presenze nel cantiere.

**(solo per lavori che possono modificare i confini di proprietà o comprometterne l'integrità, ad esempio per opere di urbanizzazione, opere stradali e simili, aggiungere il seguente comma)**

3. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

**(solo per lavori che comportano l'esecuzione di opere da interrare e non più ispezionabili, quali sottomurazioni, palificazioni, fognature profonde ecc., aggiungere il seguente comma)**

4. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

#### Art. 52 – Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante (\*).
2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle escavazioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in discarica autorizzata, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per gli scavi.
3. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle demolizioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in discarica autorizzata a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per le demolizioni.
4. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto.

#### Art. 53 – Custodia del cantiere

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.
2. Ai sensi dell'articolo 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, per i lavori di particolare delicatezza e rilevanza che richiedano la custodia continuativa, la stessa deve essere affidata a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata; la violazione della presente prescrizione comporta la sanzione dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da Euro 51 a Euro 516.

#### Art. 54 – Cartello di cantiere

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero 2 esemplari del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del



Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto indicato nella allegata tabella «B», curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Art. 55 – Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
  - a) le spese contrattuali;
  - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
  - c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
  - d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto nonché le eventuali spese per la pubblicazione obbligatoria degli avvisi e dei bandi gara ai sensi dell'art. 5 comma 2 del D.M. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2.12.2016.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione.
3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.) secondo le disposizioni di legge in vigore; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa.

TABELLA «A»	<b>PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE - CATEGORIE CONTABILI ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera - articolo 5</b>
-------------	---

n.	Designazione delle categorie (e sottocategorie) omogenee dei lavori	In Lire / Euro	In %
1	OG3	146.478,72	.....%
2	OS12	12.528,12	.....%
3			.....%
4			.....%
	4a		.....%
	4b		.....%
5			.....%
6			.....%
7			.....%
8			.....%
9			.....%
10			.....%
11			.....%
	11a	(*)	.....% (*)
	11b		.....%
	11c		.....%
12			.....%
13			.....%
14			.....%
15			.....%
16			.....%
17			.....%
<b>Parte 1 - Totale lavoro A MISURA (articolo 26)</b>		<b>159.006,84</b>	<b>100,00%</b>
18			
19			
20			
<b>Parte 2 - Totale lavori IN ECONOMIA (articolo 28)</b>			
a)	<b>Totale importo esecuzione lavori (base d'asta) (parti 1 + 2)</b>		
1			
2			
<b>Parte 1- Totale oneri per la sicurezza A MISURA (articolo 26)</b>		<b>10.990,49</b>	
3			.....%
4			.....%
5			.....%
<b>Parte 2 - Totale oneri per la sicurezza A CORPO (articolo 27)</b>			<b>100,00%</b>
6			
7			
<b>Parte 3 - Totale oneri per la sicurezza IN ECONOMIA (articolo 28)</b>		<b>10.990,49</b>	
b)	<b>Oneri per attuazione dei piani di sicurezza (parti 1 + 2 + 3)</b>		
<b>TOTALE DA APPALTARE (somma di a + b)</b>		<b>169.997,33</b>	

Ente appaltante: STAZIONE APPALTANTE DI \_\_\_\_\_  
Ufficio competente: \_\_\_\_\_

ASSESSORATO A \_\_\_\_\_ UFFICIO TECNICO \_\_\_\_\_

**LAVORI DI**

---

Progetto esecutivo approvato con determinazione del Dirigente del \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

**Progetto esecutivo:**

**Direzione dei lavori:**

Progetto esecutivo e direzione lavori opere in c.a. \_\_\_\_\_ Progetto esecutivo e direzione lavori impianti \_\_\_\_\_

Coordinatore per la progettazione: \_\_\_\_\_  
Coordinatore per l'esecuzione: \_\_\_\_\_

Durata stimata in uomini x giorni:  Notifica preliminare in data:

Responsabile unico dell'intervento: \_\_\_\_\_

**IMPORTO DEL PROGETTO: Euro** \_\_\_\_\_  
**IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA: Euro** \_\_\_\_\_  
**ONERI PER LA SICUREZZA: Euro** \_\_\_\_\_  
**IMPORTO DEL CONTRATTO: Euro** \_\_\_\_\_

Gara in data \_\_\_\_\_, offerta di Euro \_\_\_\_\_ pari al ribasso del \_\_\_\_ %  
Impresa esecutrice: \_\_\_\_\_  
con sede \_\_\_\_\_  
Qualificata per i lavori dell\_ categori\_ : \_\_\_\_\_, classifica \_\_\_\_\_.  
\_\_\_\_\_, classifica \_\_\_\_\_.  
\_\_\_\_\_, classifica \_\_\_\_\_.

direttore tecnico del cantiere: \_\_\_\_\_

subappaltatori:	per i lavori di		Importo lavori subappaltati
	categori a	descrizione	In Euro

**Intervento finanziato con fondi (ovvero)**  
Intervento finanziato con \_\_\_\_\_

inizio dei lavori \_\_\_\_\_ con fine lavori prevista per il \_\_\_\_\_  
prorogato il \_\_\_\_\_ con fine lavori prevista per il \_\_\_\_\_

**Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'ufficio provinciale**  
**telefono: \_\_\_\_\_ fax: \_\_\_\_\_ http:// www . \_\_\_\_\_ .it E-mail: \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_ .it**

TABELLA «C»	<b>ELEMENTI PRINCIPALI DELLA COMPOSIZIONE DEI LAVORI</b>
-------------	--

	<i>Elemento di costo</i>	<i>Importo in Euro</i>	<i>incidenza</i>	<i>%</i>
1)	Manodopera	31.374,84 €	19,73%	%
2)	Materiale	103.780,97 €	65,27%	%
3)	Trasporti (ql/Km)	15.900,68 €	10,00%	%
4)	Noleggi	7.950,34 €	5,00%	%
		159.006,84 €	100	%

*squadra tipo:*

Operai specializzati	4
Operai qualificati	2
Manovali specializzati	2



## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

### N O R M E      T E C N I C H E

IL PRESENTE CAPITOLATO E' COMPOSTO DA n° 86 PAGINE E n° 38 ARTICOLI

#### **NOTA BENE:**

Nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, il D.M. 14/02/1992 (S.O. della G.U. n° 65 del 18/03/1992), il D.M. 09/01/1996 (S.O. della G.U. n° 29 del 05/02/1996), il D.M. 14/01/2008 (S.O. della G.U. n° 29 del 04/02/2008), sono sempre da ritenersi integrati con il D.M. 17/01/2018 (S.O. della G.U. n° 42 del 20/02/2018).

Il presente capitolato fa riferimento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 Gennaio 2018 e, per quanto riguarda la sicurezza in cantiere, al D.Lgs. N° 81/2008 e ss.mm.ii.

E' inoltre tassativamente obbligatorio il rispetto di qualsiasi disposizione normativa che, benché non espressamente riportata nel testo, integri, modifichi o sostituisca quelle indicate.

E' altresì obbligatorio il rispetto di tutte le vigenti disposizioni normative, ancorché non direttamente citate nel testo, che regolino le forniture e le lavorazioni, nessuna esclusa, previste in progetto.

Le norme del presente Capitolato Speciale d'Appalto si intendono comunque integrate dalle note specifiche riportate negli elaborati grafici progettuali; qualora si evidenziassero discordanze fra prescrizioni di Capitolato e prescrizioni riportate negli elaborati grafici di progetto, queste ultime prevalgono.

## INDICE

### CAPO 1) OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 – Descrizione dei lavori

### CAPO 2) MATERIALI

Art. 2 – Qualità e provenienza dei materiali

Art. 3 – Prove sui materiali

### CAPO 3) MOVIMENTI DI MATERIE

Art. 4 – Movimenti di terre

Art. 5 – Disboscamento, decespugliamento e taglio di vegetazione selettivo

### CAPO 4) OPERE IN C.A. E PREFABBRICATE

Art. 6 – Rilevati e rinterrati addossati alle murature e riempimenti con pietrame

Art. 7 – Malte cementizie

Art. 8 – Conglomerati semplici e armati (normali e precompressi)

Art. 9 – Acciaio per c.a. e per c.a.p.

### CAPO 5) OPERE IN ACCIAIO

Art. 10 – Strutture in acciaio

Art. 11 – Verniciature

### CAPO 6) PONTEGGI E OPERE PROVVISORIE

Art. 12 – Ponteggi, impalcature, palancole

### CAPO 7) RESTAURI E RIPRISTINI CALCESTRUZZI AMMALORATI

Art. 13 – Idrodemolizione

Art. 14 – Preparazione delle superfici di calcestruzzo da proteggere con isolanti

Art. 15 – Protezione con malte a base cementizia dei ferri d'armatura scoperti.

Art. 16 – Ricostruzione di profili verticali od orizzontali di strutture in c.a. ammalorate

Art. 17 – Placcaggi

Art. 18 – Protezione di strutture in calcestruzzo mediante verniciatura

Art. 19 – Protezione di strutture in calcestruzzo mediante malte cementizie elastiche

Art. 20 – Rinforzo strutturale con fibre di carbonio

Art. 21 – Fioccatore di ancoraggio

### CAPO 08) PAVIMENTAZIONI

Art. 22 – Sovrastruttura stradale

Art. 23 – Trattamento superficiale di sabbatura

Art. 24 – Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Art. 25 – Fresatura di strati in conglomerato bituminoso

### CAPO 09) IMPALCATI: APPOGGI, GIUNTI, SMALTIMENTO ACQUE

Art. 26 – Apparecchi di appoggio

Art. 27 – Giunti di dilatazione

Art. 28 – Sollevamento impalcati da ponte

Art. 29 – Demolizione di ponti in c.a. e muratura

Art. 30 – Sabbatura o idrosabbatura

CAPO 11) BARRIERE DI SICUREZZA

Art. 31 – Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici

CAPO 12) SEGNALETICA STRADALE

Art. 32 – Segnaletica vertical

Art. 33 – Segnaletica orizzontale



## PARTE SECONDA: PRESCRIZIONI TECNICHE

### **CAPO 1) OGGETTO DELL'APPALTO**

#### **Art. 1 – Descrizione dei lavori**

La S.P. n° 16 è classificata come strada di tipo "F".

Al km. 16+000 e 15+025, rispettivamente, sono presenti I ponti sul Torrente Guerro e sul Torrente Nizzola

Il ponte sul Torrente Guerro è costituito da 3 travi in acciaio con soprastante impalcato in c.a..

Il ponte sul torrente Nizzola è costituito da una orditura di 14 travi in c.a.p. con soprastante soletta in c.a.

Sono previste le seguenti lavorazioni:

#### **TORRENTE GUERRO**

1. Demolizione e rifacimento dei giunti di dilatazione
2. Costruzione di ponteggio a telaio di fronte alle spalle
3. Sollevamento di cm. 9 con mensole provvisori
4. Sostituzione degli appoggi

#### **TORRENTE NIZZOLA**

1. Scarifica della pavimentazione stradale fino alla soletta
2. Costruzione dei cordoli esterni e della nuova soletta connessa a quella esistente con adeguate connessioni
3. Guaina impermeabile
4. Ripristino della pavimentazione stradale
5. Barriere H2 bordo ponte e bordo laterale
6. Giunti di dilatazione
7. Costruzione di ponteggi di fronte all'impalcato
8. Sabbiatura dell'impalcato
9. Ripristino corticale delle travi
10. Rinforzo con fibre di carbonio

### **CAPO 2) MATERIALI**

#### **Art. 2 – Qualità e provenienza dei materiali**

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

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

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

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

Per i materiali non indicati si rimanda agli specifici articoli riportati nel seguito.

##### **a) Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n.65 del 18.3.1992) in applicazione dell'Art.21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

##### **b) Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992 alla legge 26 maggio 1965 n.595 (G.U. n.143 del 10.6.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art.1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.353 del 27.12.1984).
- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n.26 del 31.1.1985).
- D.I.9.3.1988 n.126 "Regolamento del servizio di controllo e certificato di qualità dei cementi"

2) *Agglomerati cementizi e calce idrauliche* (di cui all'art.1 lettera D) ed E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M.31.8.1872 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" (G.U. n.287 del 6.11.1972)

### **c) Calci aeree - Pozzolane**

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calce aeree", R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

### **d) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 7 (per larghezza si intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatura) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 5 per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm. 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

### **e) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n.4 Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

### **f) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costruiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

### **g) Pietra naturale**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assostamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

I cubetti di pietra dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R.- Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945".

### **h) Manufatti di cemento**

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

### **i) Materiali ferrosi**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto, in particolare essi si distinguono in:

1) - acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

Il ferro per cemento armato, ad aderenza migliorata, dovrà essere del tipo previsto nel progetto esecutivo delle opere d'arte. Di norma si userà acciaio B450C o B450A.

L'acciaio per carpenteria metallica e le relative saldature dovranno rispettare le prescrizioni definite dalla UNI EN 1090-1:2012, UNI EN 1090-2:2018, UNI EN 1090-3:2019, UNI EN 1090-4:2018 e ss. mm.

2) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" in applicazione dell'art.21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

3) - i profili sagomati a freddo per la costruzione delle parti di parapetto e per la formazione dei paletti di recinzione, saranno di acciaio del tipo previsto dalle vigenti normative secondo il D.M. 17.01.2015 e ss.mm e dovranno rispettare quanto prescritto nella UNI EN 1090-4:2018 e ss. mm.

4) - il lamierino di ferro per la formazione di guaine per armatura da c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra-dolce e di spessore=2/10 mm;

### **l) Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo.

Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni scientifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabile facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

### **m) Bitumi - Emulsioni bituminose.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione" Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali". Fascicolo n.3 Ed.1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)" Ed.1980.

Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 40/50, B 30/40, per asfalto colato il tipo 20/30. I bitumi ed i leganti bituminosi dovranno inoltre soddisfare i requisiti definiti nelle più recenti norme UNI:

- UNI EN 12591:2009 – specifiche per bitumi per applicazioni stradali,
- UNI EN 14023:2010 – specifiche per bitumi modificati da polimeri.

### **n) Bitumi liquidi o flussati**

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n.7 - Ed. 1957 del C.N.R.

### **o) Teli di "geotessile"**

Il telo "non tessuto" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- 1) con fibre a filo continuo;
- 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
- 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazione trasversale, compreso fra 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-1</sup> cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 Nw/5 cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 Nw/5 cm o a 1500 Nw/5 cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n.110 del 23.12.1985 e sul B.U. n.111 del 24.12.1985.

(1) Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascuno gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

## **Art. 3 – Prove sui materiali**

### **a) Certificato di qualità**

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una durata biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### **b) Accertamenti preventivi**

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 1000 mc per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi.
- 500 mc per i conglomerati cementizi.
- 50 tn per i cementi e le calci.
- 5000 mt per le barriere.

Il Direttore dei lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'art. 16 "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

### **c) Prove di controllo in fase esecutiva.**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture dei materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, presso un Laboratorio ufficiale.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso gli Uffici dell'Amministrazione o in luogo in accordo con la Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti dalle prove eseguite dai Laboratori Ufficiali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Le prove di verifica della natura e delle qualità dei materiali utilizzati saranno in numero e tipologia rispondenti a seguenti criteri:

#### **calcestruzzi, murature, acciaio per carpenteria, armatura lenta e armatura precompressa**

si farà riferimento alla Normativa Vigente in materia

#### **fondazione stradale in materiale arido stabilizzato**

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

- analisi granulometrica: ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della densità in sito: ogni 1.500 mq di stesa
- prova di carico con piastra: una prova ogni 1.500 mq di stesa

#### **fondazione stradale in misto cementato**

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

- analisi granulometrica: ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della densità in sito: ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- prova di carico con piastra: una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata
- determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni: ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della resistenza a trazione indiretta (brasiliana) della miscela a 7 giorni di maturazione: ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

#### **conglomerati bituminosi**

### **CAPO 3) MOVIMENTI DI MATERIE**

#### **Art. 4 – Movimenti di terre**

##### **A0) Tracciamenti**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure stabilire, nelle tratte che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o gorbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

##### **A1) Scavi e rialzi in genere**

Gli scavi ed i rilevati in genere occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murature, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico - meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa presso Laboratori ufficiali secondo le indicazioni della D.L.

Nell'esecuzione sia degli scavi, che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in quest'ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di tele "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto O

Tutte le terre utilizzate per costruzioni stradali ed infrastrutture dovranno rispettare quanto definito nelle seguenti normative vigenti:

- UNI EN 13242:2008 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade,
- UNI EN ISO 14688-1:2018 - Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 1:

Identificazione e descrizione ,  
- UNI EN 13285:2018 - Miscela non legate - Specifiche

Tali normative sostituiscono la norma CNR UNI 10006/1963, di cui si riporta comunque la tabella di classificazione sottostante, che rimane un utile strumento orientativo per la classificazione delle terre.

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - UNI 10006/1963**

**PROSPETTO I - CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE**

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo-argillose				Torbe e terre organiche palustri	
	Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $\leq$ 95 %										Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%					
	A1		A3		A2			A4			A5		A6			A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8			
Sottogruppo																
Analisi granulometrica																
Frazione passante allo staccio																
0,4 UNI 2332 %	$\leq$ 50	$\leq$ 50	$>$ 50	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35		
0,075 UNI 2332 %	$\leq$ 30	$\leq$ 25	$\leq$ 10	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35		
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332																
Limite liquido	$\leq$ 6		N.P.	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40	$\leq$ 40		
Indice di plasticità	$\leq$ 6			$\leq$ 10	$\leq$ 10 max	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10		
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossolana, sabbia mediana, sabbia fine, sabbia finissima, ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossolana, sabbia mediana, sabbia fine, sabbia finissima		Sabbia fine													
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono										Da mediocre a scadente				Da scarse come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve										Media				Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla										Nulla o lieve				Molto elevato	
Permeabilità	Elevata										Media o scarsa				Scarsa o nulla	
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto		Incoerenti allo stato asciutto			La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		Fibrosi di color bruno o nero, facilmente individuabili a vista	

\* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalla argilla. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un piccolo campione di terra satura d'acqua e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

**A2) Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro dello scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione la Direzione dei Lavori, per fondazione di notevole estensione, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori, anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo d'elenco.

### **A3) Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di frantumazione dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m.0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di infiltrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per fare fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi d'altra forza motrice.

L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. all. G.U. n. 127 del 01/06/1988).

### **Art. 5 – Disboscamento, decespugliamento e taglio di vegetazione selettivo**

Il disboscamento ed il taglio di vegetazione potranno eseguirsi in due modi:

A) Manualmente con l'impiego di attrezzi da taglio, motoseghe, decespugliatori, manovrati direttamente dall'uomo.

B) Meccanicamente con l'impiego di macchine operatrici attrezzate con barre a coltelli taglienti snodati, azionati da motore o motore idraulico con presa di forza della macchina operatrice o con proprio motore ausiliario. Il taglio dovrà avvenire il più possibile rasente al suolo con successiva cernita, accumulo del materiale di risulta e sua abbruciatura ove possibile, ovvero, a discrezione della D.L. fatto caricare e trasportare a rifiuto a cura dell'impresa. Il materiale che sfuggirà alla raccolta non dovrà avere quantità superiori a quelle che possono essere facilmente e rapidamente biodegradate dal corso d'acqua.

L'operatività in presenza di strade pubbliche e/o comunque di terzi, non adibiti al cantiere, dovrà essere regolata con opportuni segnali e con personale dell'impresa che mantenga i non addetti ai lavori a distanza di sicurezza dalla zona di taglio.

Nel caso in cui per eventi di piena anche improvvisi, si verificassero trasporti di materiale tagliato e non ancora allontanato dall'alveo, l'impresa è responsabile di tutti i danni che tale materiale potrà provocare lungo l'asta del corso d'acqua e dovrà comunque andare a recuperarlo a propria cura e spesa.

## **CAPO 4) OPERE IN C.A. E PREFABBRICATE**

### **Art. 6 – Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame**

Per i rilevati addossati alle murature o muri in calcestruzzo, occorrerà usare ogni diligenza per favorire una omogenea compattazione degli stessi.

La compattazione dovrà essere effettuata per strati con piastra vibrante di peso adeguato e fino al raggiungimento delle densità richieste (95% AASHO mod. per rinterri sotto strade e 90% negli altri casi).

E' vietato addossare terrapieni o riempimenti a murature od a opere in c.a. prima del raggiungimento della resistenza adeguata. Per emungere le acque sotterranee ricadenti a tergo dei manufatti è necessaria la costruzione di opere drenanti che consentano un'adeguata regimazione delle acque e convogliamento delle stesse al di fuori della struttura.

Il drenaggio multistrato tradizionale è costituito da strati di materiali lapidei di varia pezzatura e più precisamente pietrisco 20/40-40/70 mm e granulato 3/6-8/12 mm, il tutto addossato alla parete retrostante il manufatto.

Per una migliore regimazione e scarico delle acque è opportuno collocare alla base del drenaggio e per tutta la lunghezza del manufatto una tubazione in acciaio o in pvc di diametro appropriato, che va proseguita all'esterno della struttura.

Oltre al sistema tradizionale il drenaggio a tergo di manufatti può essere realizzato con telo geocomposito disposto verticalmente a contatto con le strutture, costituito da anima drenante accoppiata a due filtri di geotessile.

La funzione drenante sarà svolta da una geostuoia tridimensionale a struttura cuspidata composta da monofili di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto.

La geostuoia, larga 200 cm, sarà accoppiata termicamente, lungo tutta la superficie, a due geotessili in polipropilene.

Ogni geotessile avrà larghezza non inferiore a 210 cm e massa areica non inferiore a 140 g/mq.; la sua permeabilità sarà dell'ordine di 10<sup>-3</sup> m/sec.

La resistenza a trazione longitudinale del geocomposito sarà non inferiore a 18,4 kN/m, mentre il valore di resistenza a punzonamento CBR sarà non inferiore a 3000 N.

### **Art. 7 – Malte cementizie**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi d'impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le malte per muratura, tra cui quelle cementizie, devono rispettare i requisiti definiti nelle NTC 2018, al paragrafo 11.10.2; a seconda della tipologia di malta (a prestazione garantita, a composizione prescritta o prodotta in cantiere) l'NTC 2018 indica le norme europee a cui fare riferimento e il Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione che deve essere adottato da parte del produttore.

L'NTC 2018 e successiva Circolare esplicativa, hanno introdotto l'obbligatorietà delle prove di accettazione in cantiere anche per le malte. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee, su un numero minimo di provini che varia secondo il tipo di malta (a prestazione garantita, a composizione prescritta o prodotta in cantiere), in accordo con i §11.10.2.1, §11.10.2.2 e §11.10.2.3.

Per quanto riguarda le malte ad uso strutturale, il controllo prevede il campionamento di almeno 3 provini prismatici 40x40x160 mm ogni 350 mc di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a composizione prescritta o prodotta in cantiere, oppure ogni 700 mc di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a prestazione garantita, da sottoporre a **flessione**, e quindi a **compressione** sulle 6 metà risultanti, secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1015-11:2007. **Il valore medio delle resistenze a compressione deve risultare maggiore o uguale a quello di progetto.** La norma europea di riferimento per le malte per usi strutturali è la UNI EN 998-2.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

### **Art. 8 – Conglomerati semplici e armati (normali e precompressi)**

#### **a) Generalità**

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini indicati dalla Direzione Lavori.

Per la determinazione della portata dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della legge 5 Novembre 1971, n°1086 "Norme per disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n.321 del 21.12.1971);
- del D.M. 14 Febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U.n.65 del 18.03.1992);
- della legge 2 Febbraio 1974, n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"(G.U n.76 del 21.03. 1974);
- del D.M. 19.06.1984 n.24771 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n.26 del 31.01.1985);
- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche (G.U. n.108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 10.07.1986;
- del D.M.4 Maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U.n.24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.34233 del 25.02.1991;
- del Decreto Ministero delle Infrastrutture 14 Gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008" e successiva circolare esplicativa
- del Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" e successiva circolare esplicativa.



Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

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:

- a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- b) 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, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, 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 autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti e di avere effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

L'impresa dovrà inoltre consegnare al Direttore dei Lavori, preventivamente, il Certificato del Controllo della Produzione in Fabbrica relativo agli impianti di produzione di cls di cui intende servirsi.

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, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; 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 provvisoriale (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

### **b) Componenti**

**Cemento** - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

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

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

**Inerti** - Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiaci.

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

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.)

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

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

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

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

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

**Acqua** - Provverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minor quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

**Additivi** - La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare

### **c) Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione della resistenza a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

I controlli di accettazione devono in ogni caso rispettare quanto prescritto al paragrafo 11.2.5 delle NTC 2018 e, a seconda della situazione e delle necessità, la Direzione Lavori valuta se effettuare un controllo di tipo A o di tipo B.

Il prelievo dei provini va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia, che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione univoca dei provini, secondo quanto prescritto al paragrafo 11.2.5.3 delle NTC 2018.

**Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data del prelievo.** In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione andranno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n°3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n.2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo sarà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre opere.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso laboratori ufficiali

Qualora anche 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, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti 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  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla  $R_{ck}$  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. 14 febbraio 1992 campioni di materiale e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nella UNI EN 12350-2;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-88 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllato l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

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 del 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 si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo EN 12350-7:2019.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

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 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.

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

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 mq; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscano dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina;

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro, direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi. Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura a compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norma UNI EN 12390-3:2019).

#### **d) Confezione**

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

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

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

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

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

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesatura senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 206:2016.

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

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0° C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

#### **e) Trasporto**

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

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

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o alla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm. e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 206:2016, salvo l'uso di particolari additivi.

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

#### **f) Posa in opera**

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura del 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 verifichino 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 dei 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 tenere 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, a suo esclusivo giudizio, 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 le 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.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

**E' vietato scaricare il conglomerato in 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 di acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

### **g) Stagionatura e disarmo**

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

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.

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.14 febbraio 1992. Tutte le prove complementari che si dovessero rendere necessarie per valutare la stagionatura del calcestruzzo dovranno rispettare quanto stabilito nelle NTC 2018 (§11.2.7) e saranno a carico dell'impresa esecutrice.

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

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

### **h) Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio**

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

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

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

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

Solo nel caso in cui è previsto 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, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

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

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

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

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 e d'infiltrazione.

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

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### **i) Predisposizione di fori, tracce e 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, pilastri, 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.

#### **l) Manufatti prefabbricati prodotti in serie (in cls normale o precompresso, misti laterizi e cemento armato, e metallici)**

D.M. 14 febbraio 1992 - parte terza

Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 20018"

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971, n.1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalle legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art.9 anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto nel precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art.9 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti d'impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art.6 della legge 5 novembre 1971, n.1086.

#### **m) Conglomerati cementizi preconfezionati**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI EN 206:2016 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

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 potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dagli 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 in oggetto dell'appalto, 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.

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

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale della Amministrazione, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per potere effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi ed il controllo dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

#### **n) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari**

Si richiama quanto è stato prescritto nelle "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

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

Qualora le opere in cemento vengano costruite in prossimità dei litorali marini, osserveranno le prescrizioni previste dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018", inoltre:

a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che

siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;

- b) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- c) subito dopo la sfornatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.)

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 tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

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.

#### **o) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

- 1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata e all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;
- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm.2 di lato;
- 3) l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4000-5000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- 6) è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Egualmente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello

#### **p) prescrizioni particolari sulla composizione dei calcestruzzi da impiegarsi in ambienti aggressivi (presenza di sali disgelanti, gelo e disgelo e presenza di acqua)**

I calcestruzzi da impiegare per la costruzione di solette, marciapiedi, cordoli, di ponti e viadotti, soggetti alla aggressione dei sali disgelanti ed alla azione dell'acqua (carbonatazione, dilavamento, gelo-disgelo) dovranno avere le seguenti caratteristiche (norma UNI EN 206:2016):

- un rapporto a/c non superiore a 0,50;
- un dosaggio di cemento non inferiore a 300 e 200 kg/m<sup>3</sup>, rispettivamente per strutture armate e non;
- la non gelività degli aggregati;
- la presenza di un certo volume d'aria (4-6%)
- la impermeabilità del calcestruzzo.

Resistenza caratteristica (Rckd) richiesta per la durabilità delle opere esposte all'ambiente aggressivo precedentemente indicato

Struttura in calcestruzzo	Rckd (Mpa) con cemento							copri ferro minimo (mm)
	325 Pt	325 Pz	325 Af	425 Pt	425 Pz	425 Af	525 Pt	
normale	30	28	28	37	37	37	45	---
armato	30	28	28	37	37	37	45	40
precompresso	30	28	28	37	37	37	45	50

Al fine di evitare i danni derivati dalla presenza di cloruro di sodio e di calcio, entrambi impiegati come sali disgelanti stradali, verranno impiegati cementi d'alto forno ad alto contenuto di loppa (almeno 50%) o in alternativa la presenza di fumo di silice (almeno il 15%) accanto al cemento Portland

#### **q) Caratteristiche del calcestruzzo armato con fibre d'acciaio**

La quantità dello spritz - fibroarmato viene verificata mediante prove di:

- 1) resistenza a compressione;
- 2) capacità di assorbimento di energia.

Pannelli di prova devono essere collocati in casseforme apposite, posizionate verticalmente e impossibilitate a vibrare. La dimensione dei pannelli di prova sarà 60x60x10 cm.

Verranno prelevate carote dai pannelli con spessore 15 cm per la determinazione della resistenza a compressione

Con pannelli di spessore 10 cm saranno realizzate le prove di assorbimento dell'energia mediante il test di punzonamento.

Le prove di compressione sono effettuate con carote aventi diametro e altezza di 10 cm. Le prove saranno eseguite in accordo con la normativa vigente. La resistenza minima sarà di 25 N/mm<sup>2</sup>

La determinazione dell'energia assorbita viene realizzata con la prova di punzonamento: l'energia assorbita deve essere almeno pari a 500 J.

#### **r) Classe di esposizione**

La classe di esposizione serve per confezionare il calcestruzzo fresco con quelle proprietà indispensabili per rendere l'elemento costruttivo durabile nel tempo. Le azioni dell'ambiente possono portare l'elemento costruito ad un precoce degrado, il calcestruzzo indurito deve quindi essere progettato per le condizioni tipiche dell'ambiente nel quale sarà esposto.

La norma EN 206-1 definisce la classe di esposizione del calcestruzzo in funzione delle condizioni ambientali cui l'elemento di calcestruzzo è esposto durante la vita in servizio come riportato nella tabella seguente:

La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.

**Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206:2016**

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Rapporto a/c	Contenuto minimo di aria in %	Classe di resistenza minima
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico			C15
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nei copri ferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente						
2a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua	0,60		C30
2a	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60		C30
5a	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55		C35
4a 5b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50		C40
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55		C35
4a 5b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenete cloruri (Piscine).	0,50		C40
5c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.-	0,45		C45
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4a 5b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50		C40
	XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua	0,45		C45



	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45		C45
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua	0,50		C40
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	3,0	C30
2b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	3,0	C30
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare	0,45	3,0	C35
6 Attacco chimico**						
5a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione Contenitori e vasche per acque reflue	0,55		C35
4a 5b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50		C40
5c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali	0,45		C45
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. ) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

La tabella riportata fa riferimento alle Linee Guida del Consiglio Superiore dei LL.PP., approvate con voto n.316 del 19.11.96, cui bisogna attenersi per ottenere garantite caratteristiche prestazionali per tutte le tipologie di calcestruzzo per usi strutturali, armato e non armato.

Chi ordina il calcestruzzo fresco o colui che progetta l'elemento dovrà indicare la classe di esposizione più severa, classe cui corrispondono valori caratteristici raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo cui il produttore deve attenersi.

## Art. 9 – Acciaio per c.a. e per c.a.p.

### a) Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" che approva il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 17 Gennaio 2018.

I controlli di accettazione in cantiere dell'acciaio per calcestruzzo armato devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio autorizzato. Devono essere prelevati 3 campioni ogni 30t di acciaio impiegato della stessa classe, proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di Trasformazione, anche se di forniture successive. I controlli di accettazione e le modalità di prelievo delle varie tipologie di ferri devono rispettare tutte le prescrizioni del capitolo 11.3.2 delle NTC 2018.

I controlli di accettazione in cantiere relativi all'acciaio per calcestruzzo armato precompresso devono essere eseguiti ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, seguendo le indicazioni del §11.3.3.5.3 e del§11.3.3.5.4 delle NTC 2018.

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. 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico Centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del certificato di collaudo relativo al lotto consegnato, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.

**b) Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – Fe B450C e B450A**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento <b>f<sub>yk</sub></b> (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura <b>F<sub>tk</sub></b> (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$		≥ 1.15 < 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, <b>ε<sub>uk</sub></b> (%)		≥ 7.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm)		
	≤ 8 > 8	± 6.0 ± 4.5	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento <b>f<sub>yk</sub></b> o <b>f<sub>0.2k</sub></b> (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura <b>F<sub>tk</sub></b> (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ (*)		≥ 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, <b>ε<sub>uk</sub></b> (%) (*)		≥ 2.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm)		
	≤ 8 > 8	± 6.0 ± 4.5	5.0

Per quanto concerne l'accertamento delle caratteristiche meccaniche i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente relativa ai valori di accettazione:

caratteristiche	Valore limite	Note
f <sub>y</sub> minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
A <sub>g</sub> minimo	≥ 6.0 %	Per acciai B450C
A <sub>g</sub> minimo	≥ 2.0 %	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	1.13 < f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ≤ 1.37	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> > 1.03	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

**c) Acciaio da cemento armato precompresso**

Per il cemento armato precompresso vengono utilizzati acciai armonici. Essi presentano comportamento generalmente fragile caratterizzato da una elevata resistenza e da una estensione della zona di snervamento piuttosto limitata. Per tale motivo si preferisce adottare la convenzione che prevede come tensione di snervamento il valore della tensione allo 0.2% di deformazione residua o all'1% di deformazione sotto carico. Tale tipologia di acciai può arrivare a resistenze dell'ordine di 1000-1900 MPa. L'uso di acciai ad alta resistenza permette di ottenere contemporaneamente una riduzione importante delle sezioni d'acciaio e una riduzione del peso proprio. La riduzione delle sezioni d'acciaio è ovvia data l'aumento considerevole della resistenza. La

riduzione del peso proprio è invece legata alla prassi di utilizzare un grado di precompressione per la quale il calcestruzzo sia totalmente reagente. In questa condizione, essendo la quantità di calcestruzzo reagente maggiore, si ottiene una riduzione delle sezioni e dunque del peso proprio. In genere le armature di precompressione si presentano sotto forma di fili o trefoli che non hanno alcuna limitazione nella lunghezza, o in barre di lunghezza massima pari a 15-20 m. Esistono infine cavi di grandi capacità 2.5-4.0 MN. L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

- Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei. Essa ha il vantaggio di poter essere giuntata. Ciò permette una più agevole posa in opera delle armature di precompressione.
- Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
- Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equi pesante. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; esse vengono identificate mediante il diametro nominale. La tabella seguente riporta le caratteristiche meccaniche degli acciai da precompresso, le quali devono essere garantite dal produttore (NTC-18 – p. 11.3.3.2)

Le NTC-08 riportano al punto 11.3.3.2 che per il modulo di elasticità si deve fare riferimento al catalogo del fornitore. In assenza di più precise indicazioni si utilizza il valore  $E_p=205000$  MPa.

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche garantite dal produttore non inferiori a quelle di seguito riportate ed in conformità al D.M. in vigore (D.M. 17/01/2018):

Tipo di acciaio	Barre	Fili	trefoli e trecce	Trefoli compattati
Tensione caratteristica di rottura $f_{pk}$ (MPa)	$\geq 1000$	$\geq 1570$	$\geq 1860$	$\geq 1820$
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ (MPa)	---	$\geq 1420$	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ (MPa)	---	---	$\geq 1670$	$\geq 1620$
Tensione caratteristica di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	$\geq 800$	---	---	---
Allungamento sotto carico massimo $A_{gt}$ (MPa)	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$

Il produttore dovrà controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

L'acciaio per cemento armato B500 è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y\ nom}$	500 N/ mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	550 N/ mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

#### proprietà meccaniche degli acciai B500

Norma	UNI EN 10080	
	B500	B500 Tutto filetto
Re - tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	400 / 600	400 / 600
Rm - tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	-	-
Rm/Re	> 1,13 < 1,35	> 1,13 < 1,35
Re/Re nom.	< 1,30	< 1,30
Allungamento $A_s$ %	$A_{gtk} > 7\%$	$A_{gtk} > 7\%$

In sede europea EC2 [7] ed EN 10080 è previsto un solo tipo di acciaio con valore caratteristico di snervamento 500 N/mm<sup>2</sup>, nervato, piegabile e saldabile, prodotto in due classi di duttilità: B500A (in mancanza di uno standard unico definito, si faccia riferimento al §11.1 delle NTC 2018, al punto C) e B500B (Standard DIN 488). Risulta evidente che l'acciaio viene prodotto in funzione del suo utilizzo, sino al B500 si hanno acciai da cemento armato normale, caratterizzati dallo snervamento ben definito oppure da un ampio campo plastico, mentre nel settore del cemento armato precompresso si usano gli acciai ad elevata resistenza e bassa duttilità.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o di dentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio. Le barre sono caratterizzate dal diametro D, della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Gli acciai B500, possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 50 mm, su specifica valutazione anche con diametri superiori.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico Centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del certificato di collaudo relativo al lotto consegnato, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da

un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.

#### **d) Sistemi di post-tensione a trefoli**

I trefoli sono costituiti da 7 fili trafilati a freddo di cui 6 si avvolgono intorno al centrale (king wire). Le proprietà meccaniche come pure la resistenza alla corrosione sono per DSI della massima importanza.

I trefoli possono essere forniti grezzi, zincati o con rivestimento epossidico restando invariata la resistenza anche dei cunei. Per massimizzare la protezione dalla corrosione si possono realizzare sistemi elettricamente isolati con guaine in polietilene (PE) o polipropilene (PP).

Il post tensionamento è un rinforzo strutturale altamente efficiente sistema che offre numerosi vantaggi in una vasta gamma di applicazioni di costruzione, riparazione e riabilitazione.

Può essere applicato in tutti i tipi di costruzione, tra cui:

senza limitazione, edifici generali, lastre speciali, ponti, serbatoi di stoccaggio, marciapiedi e altre applicazioni geotecniche.

Le sollecitazioni di compressione al calcestruzzo possono essere applicate con uso di tiranti post tensionati realizzati con fili di acciaio o barre d'acciaio.

Quando tali tiranti sono completamente installati nei condotti all'interno i sistemi di post tensione concreti sono definiti come interni. Se i principali elementi di trazione sono in piena aderenza con la struttura, i sistemi sono definiti come legati, mentre lo sono incondizionato nell'altro caso.

Nel caso in cui i tiranti vengano posizionati in condotti esterni alla struttura in cemento, tali sistemi di post-tensionamento sono indicati come esterni.

I tiranti sono generalmente composti da più fili (sistemi multistrato), ma sono ampiamente utilizzati anche i sistemi mono-trefolo.

Un sistema di post-tensionamento che impiega fili è generalmente composto da:

Filo di acciaio a sette fili: trasmissione dell'elemento di trazione principale il carico attraverso l'intero trefolo.

Condotte: creano condotti vuoti in cui il fascio di fili è filettato.

Malta: un mix di acqua e materiali simili al cemento richiesti per riempire i vuoti all'interno del condotto, fornendo protezione e pieno incollaggio.

Composti per iniezione di protezione anticorrosiva: materiali utilizzati per proteggere i principali elementi di trazione e gli ancoraggi come un'alternativa più performante alla semplice stuccatura.

I condotti sono realizzati con guaine in acciaio lucido o zincato o materiale plastico (polietilene o polipropilene).

Hanno una superficie esterna ondulata che garantisce un adeguato trasferimento del legame al calcestruzzo circostante.

Nel caso della guaina metallica, lo spessore varia da 0,3 a 0,6 mm (su richiesta), mentre con la plastica la canalizzazione varia da 2,5 a 4 mm.

Queste dimensioni sono solo indicative e in ogni caso i condotti devono essere conformi alle norme nazionali ed essere conformi alle condizioni operative.

I sistemi a più trefoli sono dotati di una vasta gamma di ancoraggi e soluzioni per diverse esigenze di costruzione.

Possono essere utilizzati in strutture in cemento e composito, sia per nuove costruzioni che la riabilitazione di strutture esistenti dove è richiesto un aumento della resistenza.

#### **ULTERIORI COMPONENTI**

**Zeppa:** dispositivo in grado di afferrare il singolo filo e trasferire il carico sulla piastra di ancoraggio attraverso il cono forato.

**Piastra di ancoraggio:** disco d'acciaio che ospita fili e zeppe, appoggiato sul blocco di ghisa (o acciaio) incorporato nel calcestruzzo.

**Blocco in ghisa:** pezzo progettato per trasferire il carico sul cemento circostante. In alcuni sistemi può anche essere progettato per alloggiare direttamente i fori per zeppe.

**Tromba posteriore di deviazione:** quando presente, è unita alla blocco di ghisa e permette la deviazione dell'intero fascio di fili che entrano nel condotto.

**Rinforzo di confinamento e scoppio:** armature a spirale e armature opportunamente posizionate attorno all'ancoraggio per garantire la resistenza a forti sollecitazioni locali e il contenimento di esplosioni indotte dalla tensione locale.

**Cappuccio di protezione permanente:** in acciaio o fibra rinforzata plastica, se necessario, viene utilizzata per coprire l'intera piastra di ancoraggio e proteggerlo dagli agenti atmosferici

#### **e) Precompressione esterna**

La precompressione applicata mediante un sistema di cavi esterni alla sezione di calcestruzzo, e connessi ad essa solo in alcune sezioni, è detta precompressione esterna. Essa viene adottata principalmente per realizzare strutture nuove in cemento armato precompresso, in acciaio oppure per rinforzare ed irrigidire strutture esistenti (ad esempio gli impalcati da ponte). Gli elementi principali utilizzati nella realizzazione della precompressione esterna sono:

**deviatori:** presenti principalmente nel caso in cui il tracciato dei cavi sia rappresentato da una linea spezzata. I deviatori sono dei ringrossi della sezione trasversale in corrispondenza dei quali il cavo viene deviato. In tali sezioni si realizza l'aderenza tra cavo e calcestruzzo.

**cavo da precompressione:** adottato come elemento teso e generalmente eccentrico rispetto al baricentro della sezione. I trefoli più usati sono costituiti da fili da 0.5" (13 mm) oppure da 0.6" (15 mm) a basso rilassamento. Essi scorrono all'interno di tubi che possono essere in plastica (in generale polietilene ad alta densità o polipropilene) o, in alternativa, in acciaio. Viene adottato il carbone nero come stabilizzatore ultravioletto perché è un materiale chimicamente inerte contro ogni prevedibile agente corrosivo e presenta ottime caratteristiche di durabilità.

**dispositivi meccanici di ancoraggio dei cavi:** per esempio in corrispondenza delle testate dei ponti realizzati con travi precomprese, oppure per i ponti realizzati a conci in corrispondenza delle sezioni terminali di questi ultimi;

**sistema di protezione dei cavi:** i tubi che avvolgono i cavi rappresentano già un primo sistema di protezione; in più per un cavo "non aderente esterno" viene iniettata nei tubi la "boiaccia" di cemento Portland con proprietà alcaline; per un cavo "non aderente interno", lo spazio vuoto tra guaina e acciaio da precompressione viene riempito con materiale lubrificante in modo che il cavo possa muoversi longitudinalmente.

I vantaggi che si hanno nell'adottare questo tipo di tecnologia rispetto alla precompressione tradizionale sono molteplici:

- una migliore qualità del calcestruzzo gettato, legata al fatto che i cavi sono esterni e quindi il getto avviene più facilmente e si evita, in questo modo, la formazione di sacche d'aria o imperfezioni; la migliore qualità del calcestruzzo gettato permette, pertanto, di far affidamento sulla resistenza richiesta dal progettista;
  - eventuale assottigliamento degli elementi strutturali laddove il maggiore spessore non sia indispensabile per l'assorbimento dei carichi esterni, a causa del fatto che non bisogna considerare l'ingombro dei cavi all'interno del calcestruzzo;
  - tracciato dei cavi più semplice e pressoché rettilineo;
  - ispezionabilità dei cavi per la maggior parte del loro tracciato e, di conseguenza, un maggior controllo del grado di corrosione dei cavi stessi ed una più facile manutenzione dell'opera;
  - facilità nella sostituzione dei cavi deteriorati riuscendo a mantenere in esercizio la struttura;
  - perdite per attrito ridotte perché l'aderenza cavo – calcestruzzo è di tipo “puntuale” cioè si verifica in un numero ristretto di sezioni (deviatori ed ancoraggi).
- Purtroppo gli svantaggi che la precompressione esterna presenta sono altrettanto numerosi:
- la facilità di accesso ai cavi può favorire azioni di sabotaggio, danneggiamento o manomissione dei cavi stessi;
  - Nel caso che l'iniezione della “boiaccia” che solidarizza i cavi sia eseguita male si potrebbero creare dei difetti locali in grado di indurre pericolosi fenomeni di corrosione e, di conseguenza, di rottura dei trefoli. Quando questo avviene le tensioni del trefolo rotto vengono trasferite localmente agli altri trefoli e può accadere che la tensione superi lo snervamento producendo una rottura a catena dei cavi di precompressione.
  - i deviatori e le zone di ancoraggio devono essere opportunamente progettati per sopportare notevoli forze concentrate;
  - la rottura delle zone di ancoraggio, nel caso di cavi esterni, comporta la totale perdita di precompressione legata alla mancanza di aderenza tra cavo e calcestruzzo;
  - In condizioni di collasso, la capacità flessionale ultima degli elementi strutturali con precompressione esterna può risultare inferiore a quella di elementi precompressi con cavi aderenti; Ciò è dovuto al fatto che i cavi non raggiungono mai lo snervamento per evidenti ragioni di equilibrio.
  - E' possibile che si verifichi una riduzione di eccentricità legata all'esistenza di uno spostamento relativo tra cavo e trave in calcestruzzo (il cavo rimane rettilineo tra le due sezioni di ancoraggio mentre la deformata della trave non è lineare); può essere necessario dover incrementare la precompressione per compensare tale riduzione di eccentricità.

## **CAPO 5) OPERE IN ACCIAIO**

### **Art. 10 – Strutture in acciaio**

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

- dalla Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- dal D.M. 9 gennaio 1996 “Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” (G.U. n. 76 del 31.01.1985);
- dal D.M. 19.06.1984, n. 24771 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- dal D.M. 29.01.1985 “Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- dal Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24. 01.1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS n. 55/1986);
- dal D.M. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS n. 28/1991 del 18.06.1991);
- Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame e all'approvazione della D.L.:

- a) il progetto costruttivo di dettaglio delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la D.L.

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate. Nella relazione di calcolo dovranno essere inoltre indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

- b) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

Tali progetti dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia. Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018” e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione. Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

L'acciaio per strutture metalliche impiegato dovrà rispettare tutto quanto stabilito al paragrafo 11.3.4 delle NTC 2018, in particolare si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+., e per i quali si rimanda al punto A del §11.1. Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1 caso A, in conformità alla norma europea armonizzata **UNI EN 1090-1**.

#### **A) COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la fonderia di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno. Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

#### **B) COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate sia per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

#### **C) MONTAGGIO**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasolicitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### **D) PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte secondo le prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale: 4 maggio 1990 e nel Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" da parte dell'Amministrazione a propria cura e spese.

#### **E) PROCESSO DI SALDATURA**

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate nelle norme tecniche, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire, con uno dei procedimenti all' arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN 4063:2011. E ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo. I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2019.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2017; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto Al della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009, UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici e UNI EN 1011-3:2019 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adatterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2014 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635:2017.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712:2012 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. A di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tab. A**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

## Art. 11 – Verniciature

### GENERALITÀ.

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono le seguenti:

### Ciclo “A”.

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

#### 1° strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (ZnCrO<sub>4</sub>), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante clorocaucciù
- PVC%(1) ≥ 36%
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 82%
- tipi di pigmento minio - ZnCrO<sub>4</sub>
- legante secco % 25%
- spessore del film 80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione pennello

#### 2° strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante clorocaucciù
- PVC% ≥ 41%
- % pigmento sul prodotto finito ≥ 14%
- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28%
- spessore del film 80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione pennello

#### 3° strato

Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC% ≥ 26%
- % pigmento sul prodotto finito ≥ 26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 33%
- spessore del film 40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

(1) Concentrazione volumetrica del pigmento.



Il tutto come riportato nella tabella che segue :

**Ciclo di verniciatura <A>**

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC %	≥36%	≥41%	≥26%
% pigmenti sul totale polveri	≥82%	-	-
% pigmento sul prodotto finito	-	≥14%	≥26%
Tipi di pigmento	minio, cromato di zinco (ZnCrO)	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film	80 ÷ 100μ	80 ÷ 100μ	40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

**Ciclo "B".**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC% ≥36%
- % pigmento sul totale polveri ≥25%
- tipo di pigmento cromato di zinco ZnCrO<sub>4</sub>
- legante secco % 26%
- spessore del film 30÷40 μ
- metodo di applicazione pennello

2° strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC% ≥40%
- % pigmento sul prodotto finito ≥11%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 26%
- spessore del film 80÷100 μ
- metodo di applicazione pennello

3° strato

Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (nè aromatico, nè cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T):

- tipo di legante poliuretanico
- PVC% ≥16%
- % pigmento sul prodotto finito ≥26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30÷40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

**Ciclo di verniciatura <B>**

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Tipo di legante	epossidico	epossidico	poliuretanica
PVC %	≥36%	≥40%	≥16%
% pigmenti sul totale polveri	≥25%	-	-
% pigmento sul prodotto finito	-	≥11%	≥26%
Tipi di pigmento	cromato di zinco (ZnCrO <sub>4</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco %	23%	26%	39%
Spessore del film	80 ÷ 100μ	80 ÷ 100μ	40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

**Ciclo "C".**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %  $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

#### 2° strato

Mano intermedia oleo fenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2a mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco (resina) %  $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

#### 3° strato

Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3a mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % di TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti  $\geq 30\%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40\%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca  $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

#### 4° strato

Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4a mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti  $\geq 30\%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40\%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca  $\geq 60\%$
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

#### **Ciclo di verniciatura <C>**

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO
Tipo di legante	oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocaucciù	alchidico clorocaucciù
% pigmenti sul totale polveri	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$
Tipi di pigmento	ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro	biossido di titanio ftalocianina bleu	biossido di titanio ftalocianina bleu
% di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	-	-	$\geq 30\%$	$\geq 30\%$
Legante secco %	$\geq 18\%$	$\geq 18\%$	$\geq 40\%$	$\geq 40\%$
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
% olio nella resina secca				
Spessore del film	80 ÷ 100 $\mu$	80 ÷ 100 $\mu$		40 $\mu$
Metodo di applicazione	pennello	pennello		pennello - rullo

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

### **Preparazione del supporto**

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

### **Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive**

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI EN 10139:2016, sottoposti ad invecchiamento artificiale. **(Si intende che le prove vengono effettuate su laminati a freddo).**

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6 h	60 °C
Corrosione per immersione continua in soluzioni areate (U.N.I. 4261-66)	12 h	35° C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687- 73)	12 h	35° C
Radiazione ultravioletta	6 h	60° C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub>	12 h	35 °C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

Ciclo "A"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9M 3° strato = 9F RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Ruggine: Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F Ruggine: RO (ruggine assente)
Ciclo "C"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F Ruggine: RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A"	Gto-Gt1	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo "B"	Gto	(stacco nullo)
Ciclo "C"	Gto-Gt1	(stacco nullo al massimo del 5%)

5) Spessore films secchi:

Ciclo "A"	1° strato = 90µ 2° strato = 80µ 3° strato = 40µ
Ciclo "B"	1° strato = 30µ 2° strato = 90µ 3° strato = 35µ
Ciclo "C"	1° strato = 35µ 2° strato = 35µ 3° strato = 35µ 4° strato = 35µ

6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino < 4 mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

### **Prove di accettazione dei prodotti.**

L'Impresa dovrà preventivamente inviare ad un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);

b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:

\* caratteristiche di composizione: foglio A;

\* caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

Prove caratteristiche di resistenza (chimico fisiche)

Nr.	Prova (Ciclo "A")	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO
3	Adesione	Gto + Gt1	Gto + Gt1	Gto + Gt1
4	Spessore (film secchi)	90 µ	80 µ	40 µ
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			≥ 90 %
7	Brillantezza finale			≥ 80 %

Prove caratteristiche di resistenza (chimico fisiche)

Nr.	Prova (Ciclo "B")	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO
3	Adesione	Gto	Gto	Gto
4	Spessore (film secchi)	30 µ	90 µ	35 µ
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			≥ 90 %
7	Brillantezza finale			≥ 80 %

Prove caratteristiche di resistenza (chimico fisiche)

Nr.	Prova (Ciclo "C")	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO
3	Adesione	Gto	Gto	Gto
4	Spessore (film secchi)	30 µ	90 µ	35 µ
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			≥ 90 %
7	Brillantezza finale			≥ 80 %

## **CAPO 6) PONTEGGI E OPERE PROVVISORIALI**

### **Art. 12 – Ponteggi, impalcature, palancole**

#### **a) Opere provvisoriali**

Generalità:

Tutti i ponteggi, le sbadacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisori, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza e della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L..

#### **b) Ponteggi ed impalcature**

Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisoriali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.l. 9 aprile 2008, n. 81, Rev. Gennaio 2020 e s.s. m.m.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi; egli, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

#### **c) Ponteggi in legno**

Sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;

- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traversini in legno).

Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un metro.

L'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml. 1,20 l'ultimo piano di ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore a metri 3,60;

- l'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;

- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanze non superiori a due metri, dovranno poggiare su gattelli di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (agganciaponti);

- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml. 1,20;

- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituiti da legname sano,

privo di nodi passanti o fessurazioni, avente fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza).

Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm.

- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dall'intavolato;
- le tavole fermapiedi, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

#### **d) Ponteggi metallici**

L'Appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dal D.l. 9 aprile 2008, n. 81, Rev. Gennaio 2020 e s.s. m.m.;

- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;

- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico.

La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante;

- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale; ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia a sforzi di trazione che di compressione;

- i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguate a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento.

- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml. 1,80 da asse ad asse;

- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;

- gli intavolati andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

#### **e) Puntelli**

Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti.

Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'Appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro.

Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali.

In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

## **CAPO 7) RESTAURI E RIPRISTINI CALCESTRUZZI AMMALORATI**

Per quanto riguarda i restauri e i ripristini di strutture esistenti, deve in ogni caso essere rispettato quanto prescritto nelle varie parti della norma EN 1504, oltre che fare riferimento alle altre norme nazionali ed europee vigenti.

### **Art. 13 – Idrodemolizione**

L'asportazione di parti di calcestruzzo ammalorato nelle solette e nelle pareti laterali di manufatti in c.a. verrà effettuata con l'impiego di idonei idrodemolitori capaci di getti d'acqua fino alla pressione in uscita di 1200/1500 bar e con portata compresa tra 100 e 300 lt/minuto.

Gli idrodemolitori dovranno essere corredati di idonee attrezzature per la demolizione di solette e cordoli, da valutare con prove preventive, anche con comando a distanza, sistemi di prerogolazione e metodi per la compensazione dei rinculi; dovranno essere corredati da sistemi di sicurezza e protezione dagli elementi di calcestruzzo demolito per consentire il corretto funzionamento delle stesse attrezzature anche in presenza di traffico. Il sistema di idrodemolizione dovrà potere essere tarato sulla resistenza massima del calcestruzzo Rck, in modo da eliminare automaticamente il solo materiale degradato fino ad arrivare alla resistenza desiderata.

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

### **Art. 14 – Preparazione delle superfici di calcestruzzo da proteggere con isolanti**

Le superfici di calcestruzzo da ripristinare verranno preparate mediante trattamento di idrosabbatura o sabbatura a secco e spazzolatura per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura privi di copriferro, allontanare polveri, piccole impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Ove necessario la pulizia dovrà essere eseguita con scalpellatura e successiva sabbatura.

La sabbatura, la scalpellatura e successiva sabbatura è prevista su tutte le superfici in vista del ponte.

### **Art. 15 – Protezione con malte a base cementizia dei ferri d'armatura scoperti.**

La protezione dei ferri d'armatura scoperti a seguito di idrodemolizione o comunque a vista perché privi di copriferro, avverrà con l'applicazione a pennello in due strati uniformi di malta cementizia anticorrosiva a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione, fino a raggiungere uno spessore di 2/3 mm.

Il trattamento dovrà avvenire in seguito a pulizia (idroscarifica e/o sabbatura) completa del calcestruzzo ammalorato, anche dietro i ferri interessati, al fine di evitare nuove formazioni di agenti corrosivi.

Il prodotto applicato dovrà esplicare l'azione anticorrosiva attraverso:

- impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera (anidride carbonica, anidride solforosa, ossido di azoto);
- la presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione
- avere elevata alcalinità
- presentare ottima adesione al metallo.

La malta dovrà essere applicata immediatamente dopo l'avvenuta sabbatura dei ferri che dovranno presentarsi puliti e privi di qualsiasi traccia di ossidazione (metallo bianco).

La malta utilizzata dovrà soddisfare i requisiti previsti nelle norme armonizzate UNI EN 1504-9 e UNI EN 1504-7; quest'ultima definisce le caratteristiche che deve avere la malta per gli impieghi previsti (Prospetto 1 e Prospetto 3 della UNI EN 1504-7).

**Caratteristiche prestazionali per tutti e per determinati impieghi previsti**

Metodi di prova definiti nella	Caratteristiche prestazionali	Impieghi previsti	
		Rivestimento attivo 11.1 <sup>a)</sup>	Rivestimento barriera 11.2 <sup>a)</sup>
EN 15183	Protezione contro la corrosione	■	■
EN 12614	Temperatura di transizione vetrosa	□	□
EN 15184	Aderenza per taglio (del calcestruzzo di rivestimento dell'armatura)	□	□

a) Metodo in conformità alla ENV 1504-9.

prospetto 3 **Requisiti prestazionali**

Metodi di prova definiti nella	Caratteristiche prestazionali	Requisiti
EN 15183	Protezione contro la corrosione	La prova è considerata superata se le aree rivestite degli acciai sono esenti da corrosione e se la propagazione di ruggine al bordo della piastra base è <1 mm
EN 12614	Temperatura di transizione vetrosa	Almeno 10 K al disopra della temperatura massima di esercizio
EN 15184	Aderenza per taglio (del calcestruzzo di rivestimento dell'armatura)	Il criterio di valutazione è la tensione di aderenza ad uno spostamento di $\Delta = 0,1$ mm. La prova è considerata superata se la tensione di aderenza determinata con le barre rivestite è in ciascun caso almeno l'80% della tensione di aderenza di riferimento determinata per le barre non rivestite

Si richiedono come caratteristiche prestazionali obbligatorie sia la protezione alla corrosione che l'aderenza per taglio (del calcestruzzo di rivestimento dell'armatura).

Il fabbricante deve effettuare prove iniziali sulle prestazioni dei prodotti di protezione contro la corrosione in conformità al Prospetto 3 sopra riportato e il prodotto deve risultare conforme ai requisiti.

L'Impresa dovrà fornire preventivamente al Direttore dei Lavori, per approvazione, la Scheda Tecnica e la DoP del materiale che intende utilizzare, il quale dovrà essere tassativamente marcato CE ed essere sottoposto ad un Sistema di Attestazione della Conformità di tipo 2+.

Le fasi di applicazione non potranno avvenire con temperature al di sotto dei 5° C.

Le caratteristiche del prodotto dovranno avere i seguenti valori di adesività:

- adesione al calcestruzzo > 2,00 N/mm<sup>2</sup>
- adesione all'acciaio > 18 N/mm<sup>2</sup>

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

**Art. 16 – Ricostruzione di profili verticali od orizzontali di strutture in c.a. ammalorate**

Per il ripristino ed il consolidamento di strutture in calcestruzzo che presentino strati di degrado ed ammaloramenti estesi, ove lo spessore da ricostruire non sia superiore a 6 cm, verrà impiegata una malta cementizia bicomponente a basso modulo, premiscelata, tissotropica e fibrinforzata.

Tutte le malte impiegate in cantiere dovranno rispondere ai requisiti della norma europea EN 1504-3, anche in base alla tipologia di riparazione da eseguire:

- 3 – RIPRISTINO DEL CALCESTRUZZO
  - 3.1 – Applicazione a mano di malta
  - 3.2 – Nuovo getto di calcestruzzo
  - 3.3 – Malta o calcestruzzo proiettati
- 4 – RINFORZO STRUTTURALE
  - 4.4 – Aggiunta di malta o calcestruzzo
- 7 – MANTENIMENTO O RIPRISTINO DELLA PASSIVAZIONE DEI FERRI
  - 7.1 – Aumento del copriferro con aggiunta di malta o calcestruzzo
  - 7.2 – Sostituzione del calcestruzzo contaminato

Si riporta di seguito il Prospetto 1 tratto dalla EN 1504-3, che evidenzia le caratteristiche prestazionali richieste per le malte, per tutte le tipologie di riparazione.

prospetto 1 **Caratteristiche prestazionali dei prodotti di riparazione strutturali e non strutturali per tutti gli impieghi previsti e per determinati impieghi previsti**

Caratteristiche prestazionali	Principio di riparazione			
	3		4	7
	Metodo di riparazione			
	3.1, 3.2	3.3 <sup>a)</sup>	4.4	7.1, 7.2
Resistenza a compressione	■	■	■	■
Contenuto di cloruri <sup>b)</sup>	■	■	■	■
Legame di aderenza	■	■	■	■
Ritiro/espansione impediti <sup>c)</sup>	■	■	■	■
Durabilità a) Resistenza alla carbonatazione <sup>b) d)</sup>	■	■	■	■
Durabilità b) Compatibilità termica Parte 1 o Parte 2 o Parte 4 della EN 13687 <sup>e)</sup>	□	□	□	□
Modulo di elasticità	□	□	■	□
Resistenza allo slittamento <sup>f)</sup>	□		□	□
Coefficiente di espansione termica <sup>g) a)</sup>	□	□	□	□
Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua) <sup>e) h)</sup>	□	□	□	□
I metodi di riparazione sono definiti nella ENV 1504-9:1997. 3.1 Restaurazione del calcestruzzo mediante applicazione a mano di malta. 3.2 Restaurazione del calcestruzzo mediante nuovo getto di calcestruzzo. 3.3 Restaurazione del calcestruzzo mediante proiezione di malta o calcestruzzo. 4.4 Consolidamento strutturale mediante aggiunta di malta o calcestruzzo. 7.1 Aumento del copriferro con aggiunta di malta cementizia o calcestruzzo. 7.2 Sostituzione di calcestruzzo contaminato o carbonatato. ■ Per tutti gli impieghi previsti. □ Per determinati impieghi previsti.				
a) La natura del metodo di applicazione può determinare il cambiamento di alcuni metodi di prova. Fare riferimento alla EN 14487-1. b) Questo requisito non è pertinente alla riparazione di calcestruzzo non armato. c) Se sottoposto a cicli termici, questa prova aggiuntiva non è richiesta. d) Qualora il sistema di riparazione includa un sistema di protezione superficiale con comprovate caratteristiche di protezione contro la carbonatazione (vedere la EN 1504-2) o sia una malta PC, questa prova non è pertinente. e) Secondo le condizioni di esposizione ambientale. f) Pertinente solo per le aree trafficate. g) Pertinente solo per PC. h) La resistenza alla corrosione rientra nei requisiti del contenuto di cloruro e della permeabilità all'acqua del prodotto.				

In base alla UNI EN 1504, il produttore deve eseguire prove prestazionali iniziali sui prodotti di riparazione, in accordo con il prospetto 3 sotto riportato, ed i prodotti devono soddisfare i requisiti.



Punto n°	Caratteristica prestazionale	Substrato di riferimento (EN 1766)	Metodo di prova	Requisito			
				Strutturale		Non strutturale	
				Classe R4	Classe R3	Classe R2	Classe R1
1	Resistenza a compressione	Nessuno	EN 12190	≥45 MPa	≥25 MPa	≥15 MPa	≥10 MPa
2	Contenuto ioni cloruro	Nessuno	EN 1015-17	≤0,05%		≤0,05%	
3	Legame di aderenza	MC(0,40)	EN 1542	≥2,0 MPa	≥1,5 MPa	≥0,8 MPa <sup>a)</sup>	
4	Ritiro/espansione impediti <sup>b) c)</sup>	MC(0,40)	EN 12617-4	Forza di legame dopo la prova <sup>d) e)</sup>			Nessun requisito
				≥2,0 MPa	≥1,5 MPa	≥0,8 MPa <sup>a)</sup>	
5	Resistenza alla carbonatazione <sup>f)</sup>	Nessuno	EN 13295	$\alpha_k \leq$ calcestruzzo di controllo [MC(0,45)]		Nessun requisito <sup>g)</sup>	
6	Modulo elastico	Nessuno	EN 13412	≥20 GPa	≥15 GPa	Nessun requisito	
7	Compatibilità termica <sup>f) h)</sup> Parte 1, gelo-disgelo	MC(0,40)	EN 13687-1	Forza di legame dopo 50 cicli <sup>d) e)</sup>			Ispezione visiva dopo 50 cicli <sup>e)</sup>
				≥2,0 MPa	≥1,5 MPa	≥0,8 MPa	
8	Compatibilità termica <sup>f) h)</sup> Parte 2, Temporal	MC(0,40)	EN 13687-2	Forza di legame dopo 30 cicli <sup>d) e)</sup>			Ispezione visiva dopo 30 cicli <sup>e)</sup>
				≥2,0 MPa	≥1,5 MPa	≥0,8 MPa <sup>a)</sup>	
9	Compatibilità termica <sup>f) h)</sup> Parte 4, Cicli a secco	MC(0,40)	EN 13687-4	Forza di legame dopo 30 cicli <sup>d) e)</sup>			Ispezione visiva dopo 30 cicli <sup>e)</sup>
				≥2,0 MPa	≥1,5 MPa	≥0,8 MPa <sup>a)</sup>	
10	Resistenza allo slittamento	Nessuno	EN 13036-4	Classe I: >40 unità con prova a umido Classe II: >40 unità con prova a secco Classe III: >55 unità con prova a umido	Classe I: >40 unità con prova a umido Classe II: >40 unità con prova a secco Classe III: >55 unità con prova a umido		
11	Coefficiente di espansione termica <sup>g)</sup>	Nessuno	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7, 8 o 9, altrimenti valore dichiarato		Non richiesto se sono eseguite le prove 7, 8 o 9, altrimenti valore dichiarato	
12	Assorbimento capillare	Nessuno	EN 13057	$\leq 0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$		$\leq 0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$	Nessun requisito
<p>Requisiti per i principi di riparazione 3, 4 e 7:                      Metodo 3.1 - Restaurazione del calcestruzzo mediante applicazione a mano di malta.                      Metodo 3.2 - Restaurazione del calcestruzzo mediante nuovo getto di calcestruzzo.                      Metodo 3.3 - Restaurazione del calcestruzzo mediante protezione di malta o calcestruzzo.                      Metodo 4.4 - Consolidamento strutturale mediante aggiunta di malta o calcestruzzo.                      Metodo 7.1 - Aumento del copriferro con aggiunta di malta cementizia o calcestruzzo.                      Metodo 7.2 - Sostituzione di calcestruzzo contaminato o carbonatato.</p>							
<p>a) Il valore di 0,8 MPa non è richiesto ove si manifesti un difetto di coesione nel materiale di riparazione. Se si manifesta un difetto di coesione, è richiesto un carico di rottura minimo di 0,5 MPa.                      b) Non richiesto per il metodo di riparazione 3.3.                      c) Non richiesto se sottoposto a cicli termici.                      d) Valore medio senza nessun valore singolo minore del 75% del requisito minimo.                      e) Larghezza media massima consentita di una incrinatura ≤0,05 mm senza alcuna incrinatura ≥0,1 mm e senza delaminazione.                      f) Per la durabilità.                      g) Non idoneo per la protezione contro la carbonatazione, a meno che il sistema di riparazione non includa un sistema di protezione superficiale con comprovate caratteristiche di protezione contro la carbonatazione (vedere la EN 1504-2).                      h) La scelta del metodo dipende dalle condizioni di esposizione. Se un prodotto soddisfa la Parte 1, si suppone che soddisfi anche le Parti 2 e 4.</p>							

Le strutture verticali e orizzontali dovranno essere precedentemente scarificate e perfettamente pulite da ogni traccia di polvere, ruggine, grassi od oli, opportunamente irruvidite, quindi bagnate fino a saturazione con acqua e, infine, asciugate in superficie con l'ausilio di aria compressa. Il sottofondo dovrà risultare perciò saturo di acqua, ma a superficie asciutta.

L'applicazione della malta si esegue a spatola, a cazzuola o a spruzzo, ed avverrà mediante applicazione a rinzaffo per uno spessore massimo di 35 mm ogni strato.

La malta adottata dovrà avere le seguenti caratteristiche a 28 giorni:

- CLASSE R4
- resistenza a compressione > 45 MPa
- resistenza a flessione > 10 MPa
- modulo elastico < 26000 MPa
- adesione al calcestruzzo (EN 1542) > 2 MPa (pull out)
- buona resistenza agli aggressivi chimici quali il sale disgelante (cloruro di sodio)

I prodotti utilizzati in cantiere dovranno essere marcati CE ed essere sottoposti ad un Sistema di Attestazione della Conformità di tipo 2+.

Le resistenze meccaniche a compressione saranno determinate su provini cubici aventi cm 10 di lato, e la resistenza a flessione su prismi di dimensioni di 4x4x16 cm. I provini andranno sformati non prima di 3 giorni dal confezionamento, ovviamente tranne quelli destinati alle prove ad 1 giorno.

Le prove di aderenza al calcestruzzo saranno eseguite su travetti di 7x7x28 cm costituiti da un cuneo cementizio stagionato almeno 28 giorni e di resistenza cubica di almeno 35 Mpa, con superficie inclinata di 20 gradi rispetto alla verticale, sulla quale verrà messa in opera la malta in modo da completare la forma parallelepipedica.

La superficie inclinata in calcestruzzo dovrà essere irruvidita con spazzole d'acciaio al momento della sformatura. I provini, dopo il getto della malta di completamento della forma parallelepipedica, andranno sformati non prima di tre giorni dal confezionamento, ovviamente esclusi quelli destinati alle prove ad 1 giorno. La resistenza richiesta è quella di taglio sulle facce inclinate.

La ricostruzione è compresa su tutte le parti ammalorate in vista dell'impalcato del ponte.

### **Art 17 – Placcaggi**

L'esecuzione dei placcaggi sulla struttura in calcestruzzo da rinforzare consiste nella realizzazione dell'incollaggio diretto delle placche di acciaio, previo trattamento con adesivo epossidico su entrambe le facce (placche e superficie da rinforzare); nel fissaggio delle placche a mezzo di tasselli, angolari e viti autofilettanti; nella verniciatura protettiva del rinforzo metallico con una mano di antiruggine e una successiva mano di vernice epossidica. E' compresa la fornitura delle placche in acciaio fino ad uno spessore di mm. 8 e della ferramenta di fissaggio.

Le placche di acciaio dovranno essere sabbiare fino a categoria 2S 1/2 , prima della posa in opera.

Il rinforzo strutturale o riparazione mediante incollaggio, eseguito a spatola sulle due facce degli elementi da incollare (acciaio e calcestruzzo), di resina epossidica bicomponente tixotropica in pasta, dovrà essere realizzato con prodotti rispondenti ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-4. Le superfici dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da parti in fase di distacco, impregnazioni di olio, grassi, vernici, polvere, sporco, lattime di cemento e ruggine.

Il prospetto 1 della UNI EN 1504-4, sotto riportato, evidenzia le caratteristiche prestazionali di prodotti e sistemi per l'incollaggio strutturale che sono richiesti per tutti gli impieghi previsti.

Le proprietà di aderenza possono essere influenzate sfavorevolmente dal fuoco e pertanto devono essere adottate misure protettive adeguate qualora si preveda il rischio di esposizione a fiamme.

Caratteristica prestazionale	Principio di riparazione 4 Rinforzo strutturale (Nota 7)	
	Metodo di riparazione 4.3 Rinforzo con piastra aderente (Nota 1)	Metodo di riparazione 4.4 Malta o calcestruzzo adesivo (Nota 2)
1. Idoneità per l'applicazione: a) su superfici verticali e intradossi..... b) su estradosso di superfici orizzontali..... c) mediante iniezione .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. Idoneità per l'applicazione e la maturazione alle seguenti condizioni ambientali particolari: a) bassa o alta temperatura (nota 3) ..... b) substrato umido.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
3. Aderenza: a) piastra su piastra ..... b) piastra su calcestruzzo ..... c) acciaio con protezione anticorrosione su acciaio con protezione anticorrosione (nota 4) d) acciaio con protezione anticorrosione su calcestruzzo (nota 4) ..... e) calcestruzzo indurito su calcestruzzo indurito ..... f) calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito (nota 5).....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
4. Durabilità del sistema composito: a) cicli termici..... b) cicli di umidità.....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
5. Caratteristiche del materiale per il progettista: a) tempo aperto (nota 5) (nota 6) ..... b) tempo di lavorabilità (nota 6) ..... c) modulo di elasticità in compressione..... d) modulo di elasticità in flessione..... e) resistenza alla compressione ..... f) resistenza al taglio..... g) temperatura di transizione vetrosa ..... h) coefficiente di espansione termica ..... i) ritiro .....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
<p>Note</p> <p>1. Il metodo di riparazione 4.3 è conforme alla ENV 1504-9. Incollaggio di piastre esterne alla superficie di una struttura di calcestruzzo per scopi di rinforzo e applicazione di piastre in tali applicazioni. È improbabile ottenere un legame accettabile con l'acciaio inossidabile.</p> <p>2. Il metodo di riparazione 4.4 è conforme alla ENV 1504-9. Incollaggio di calcestruzzo indurito su calcestruzzo indurito, generalmente associato con l'impiego di unità prefabbricate o l'incollaggio di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito facente parte integrante di una nuova struttura composta dai tre elementi.</p> <p>3. Possono essere specificate le temperature da parte del produttore per l'impiego previsto.</p> <p>4. In questo contesto la protezione dalla corrosione implica l'applicazione di uno strato di mano di fondo che inibisce la corrosione dell'acciaio dolce.</p> <p>5. Non applicabile alle tecniche di iniezione.</p> <p>6. Alle temperature di applicazione minime, normali e massime.</p>		

Il produttore deve effettuare prove prestazionali sul prodotto secondo il Prospetto 3,1 (agenti adesivi per rinforzo con piastra aderente) o il prospetto 3,2 (agenti adesivi per malta o calcestruzzo aderente) della UNI EN 1504-4. Si riporta di seguito il prospetto 3,1 estratto dalla UNI EN 1504-4, che tratta la tipologia di lavorazione prevista dal presente Capitolato.

prospetto 3.1 **Requisiti prestazionali dell'agente adesivo per rinforzo con piastra aderente**

Punto N°	Caratteristica prestazionale	Calcestruzzo o malta di riferimento	Metodo di prova	Requisiti (vedere nota)
1	Modulo di elasticità in flessione	-	EN ISO 178	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
2	Resistenza al taglio	-	EN 12188	$\geq 12 \text{ N/mm}^2$
3	Tempo aperto	EN 1766 MC (0,40)	EN 12189	Valore dichiarato $\pm 20\%$
4	Tempo di lavorabilità	-	EN ISO 9514	Valore dichiarato. Nota informativa: La durata di lavorabilità dipende dalla quantità di prodotto miscelato e dalle condizioni ambientali. Gli utilizzatori dovrebbero notare che la durata di lavorabilità è generalmente minore della durata in vaso.
5	Modulo di elasticità in compressione	-	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
6	Temperatura di transizione vetrosa	-	EN 12614	$\geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
7	Coefficiente di espansione termica	-	EN 1770	$\leq 100 \times 10^{-6}$ per K
8a	Ritiro totale per agenti adesivi strutturali	-	EN 12617-1	$\leq 0,1\%$
8b	Ritiro totale per agenti adesivi strutturali (metodo di prova alternativo)	-	EN 12617-3	$\leq 0,1\%$
9	Idoneità per l'applicazione su superfici verticali e intradossi	-	EN 1799	Il materiale non deve abbassarsi di oltre 1 mm quando si applica in spessori minori di 3 mm.
10	Idoneità per l'applicazione su estradossi di superfici orizzontali	-	EN 1799	L'area della superficie dell'agente adesivo alla fine della prova di schiacciamento non deve essere minore di $3000 \text{ mm}^2$ (60 mm di diametro).

prospetto 3.1 **Requisiti prestazionali dell'agente adesivo per rinforzo con piastra aderente (Continua)**

Punto N°	Caratteristica prestazionale	Calcestruzzo o malta di riferimento	Metodo di prova	Requisiti (vedere nota)								
11	Idoneità per l'iniezione	EN 1766 MC (0,40)	EN 12618-2	Per la prova eseguita a secco, la rottura deve verificarsi nel calcestruzzo.								
12	Idoneità per l'applicazione e la maturazione in condizioni ambientali particolari	-	EN 12188 Nota: Il metodo di prova può richiedere l'esecuzione in condizioni ambientali diverse da quelle specificate nella EN 12188.	La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolature $\theta$ non deve essere minore dei valori $\sigma_0 \text{ N/mm}^2$ di seguito riportati. <table border="1"> <tr> <td><math>\theta</math></td> <td><math>\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}</math></td> </tr> <tr> <td>50°</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>70°</td> <td>70</td> </tr> </table>	$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	50°	50	60°	60	70°	70
$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$											
50°	50											
60°	60											
70°	70											
13	Aderenza	-	EN 12188	La sollecitazione alla trazione creata dal giunto incollato in una prova di trazione diretta non deve essere minore di $14 \text{ N/mm}^2$ . La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolature $\theta$ non deve essere minore dei valori $\sigma_0 \text{ N/mm}^2$ di seguito riportati. <table border="1"> <tr> <td><math>\theta</math></td> <td><math>\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}</math></td> </tr> <tr> <td>50°</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>70°</td> <td>70</td> </tr> </table>	$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	50°	50	60°	60	70°	70
$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$											
50°	50											
60°	60											
70°	70											
14	Durabilità (temperatura e umidità)	-	EN 13733 Nota: Il metodo di prova non è applicabile a piastre diverse dall'acciaio.	Il carico di taglio - compressione alla rottura dei provini di calcestruzzo indurito dopo l'esposizione a cicli termici o all'ambiente caldo-umido non deve essere minore della resistenza a trazione del calcestruzzo. I provini di acciaio su acciaio non devono rompersi in seguito ad esposizione a cicli termici o all'ambiente caldo-umido.								

L'adesivo epossidico adottato in cantiere dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Modulo elastico a compressione: 4,1 Gpa
- Modulo di elasticità a flessione: 3,8 Gpa
- Adesione al calcestruzzo (UNI EN 1766 MC (0,40) – 7gg: > 3 Mpa (per rottura del supporto)
- Aderenza (EN 12188) Taglio Inclinato:
  - per  $\theta = 50^\circ$ , 50MPa
  - per  $\theta = 60^\circ$ , 60MPa
  - per  $\theta = 70^\circ$ , 70MPa
- Aderenza (EN 12188) Pull Out: > 14 MPa
- Resistenza a compressione (UNI EN 12190): 55 Mpa
- Resistenza a taglio (EN 12615): 12 MPa

I prodotti utilizzati in cantiere dovranno essere marcati CE ed essere sottoposti al Sistema di Attestazione di Conformità 2+.

#### **Art. 18– Protezione di strutture in calcestruzzo mediante verniciatura**

Per la protezione delle superfici in calcestruzzo cementizio di intradossi, spalle e pile di ponti e viadotti, verranno impiegate vernici mono o bicomponenti a solvente a base di metacrilati.

Il rivestimento protettivo dovrà essere applicato su superfici preventivamente preparate preferibilmente mediante idrosabbatura per uno spessore di film secco da 80/100 micron applicato in due mani a spruzzo Airless e/o pennello-rollo, per una quantità minima di 400 gr/mq compressive. La vernice dovrà essere applicata su superficie perfettamente asciutta.

Tale rivestimento avrà le seguenti caratteristiche:

- aderenza al calcestruzzo maggiore a 3,5 N/mm<sup>2</sup> misurata secondo l'Adhesion tester ASTM.
- assenza di penetrazione d'acqua, dopo l'applicazione di una pressione di 500 Kpa, secondo UNI 8502 parte 22;
- permeabilità al vapor acqueo non inferiore a 25 g/mm<sup>2</sup> in 24 ore (Din 53122);
- resistenza alla CO<sub>2</sub> maggiore a quella di uno strato d'aria di 120 m.;
- permeabilità ai cloruri minore di 2,5 g/m<sup>2</sup>/giorno;
- perdita per abrasione minore di 45 mg, misurata secondo ASTM g 53.

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

La verniciatura è compresa su tutte le superfici in vista dell'impalcato del ponte.

#### **Art. 19 – Protezione di strutture in calcestruzzo mediante malte cementizie elastiche**

Per la protezione delle superfici delle strutture in calcestruzzo cementizio di intradossi, spalle e pile di ponti e viadotti, particolarmente soggette a deformazioni sotto carico o particolarmente soggette ad aggressioni chimiche quali, ad esempio, sali disgelanti, solfati, ecc., verranno impiegate malte cementizie elastiche, particolarmente flessibili ed impermeabili.

Tali malte dovranno avere caratteristiche di adesione al calcestruzzo = 0,8 N/mm<sup>2</sup>, elevata impermeabilità all'acqua (test di impermeabilità secondo la norma Din 1048, resistenza a pressione in positivo fino a 7 atm), elevata permeabilità al vapore acqueo e buona impermeabilità all'anidride carbonica, elevata elasticità, e resistere agli agenti aggressivi.

Le superfici da trattare devono essere perfettamente solide e pulite, non deve esservi traccia di polvere, efflorescenze, olio disarmante, sbavature, parti incoerenti e ruggine.

Il sottofondo sarà quindi saturato con acqua, poi con aria compressa verrà rimossa l'acqua in eccesso, in modo da ottenere un fondo saturo d'acqua ma a superficie asciutta.

Il trattamento protettivo dovrà essere applicato a spruzzo o stendendo la malta con spatola, sulla superficie preparata, per uno spessore massimo, per strato, di 2÷3 mm.

Un secondo eventuale strato sarà applicato successivamente all'indurimento del primo. Qualora le condizioni ambientali lo richiedano, dovrà provvedersi a proteggere la superficie dall'evaporazione rapida, con teli umidi.

Il prodotto impiegato dovrà comunque essere immagazzinato, conservato, confezionato e messo in opera nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore.

#### **Art. 20 – Rinforzo strutturale con fibre di carbonio**

La posa in opera di fibre di carbonio per il rinforzo strutturale di strutture in c.a. deve essere realizzata solo dopo aver soddisfatto le seguenti prescrizioni:

- 1- Pulire accuratamente il sottofondo di calcestruzzo, mediante strumenti meccanici appropriati -sabbatura e/o idrosabbatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo eventuali parti friabili, oleose od incoerenti.
- 2- Applicare un idoneo inibitore di corrosione - solo sui ferri puliti e messi a nudo come al punto precedente.
- 3- Ricostruire le zone di calcestruzzo asportate mediante malte cementizie monocomponenti tixotropiche applicabili anche a spruzzo, aventi modulo elastico simile a quello del calcestruzzo composte da cementi selezionati, resine acriliche, fibre polipropileniche ed additivi vari.

Le caratteristiche tecniche dovranno essere le seguenti:

Applicabilità: buona -tissotropica

Dimensione dell'inerte: diametro massimo 2,5 mm tipo siliceo Peso specifico 2,340 kg/1

Resistenza a compressione:

(dati ottenuti da provini con rapporto acqua/prodotto = 15,5%, stagionatura a 20 °C e 90% UR)

24 h > 28 MPa

7 gg. > 40 MPa

28 gg. > 60 MPa

Resistenza a flessione:

(dati ottenuti da provini con rapporto acqua/prodotto = 15,5%, stagionatura a 20 °C e 90% UR)

24 h > 5 MPa

7 gg > 6 MPa

28 gg > 8 MPa

I prodotti utilizzati in cantiere dovranno essere marcati CE ed essere sottoposti ad un Sistema di Attestazione della Conformità di tipo 2+ (si faccia riferimento anche all'Art.30 del presente Capitolato).

4- A stagionatura avvenuta della malta da ricostruzione, per il rinforzo a flessione di ogni singola trave costituente l'arco o la trave, occorrerà applicare le lamine in CFRP continue per tutta la lunghezza della geometria prescritta da apposito calcolo strutturale.

La posa avverrà secondo le seguenti fasi:

tagliare la lamina in fibra di carbonio pultruso mediante un flessibile od un taglierino, e successivamente pulirla nella parte ruvida e non serigrafata, con lo specifico pulitore Diluente K

miscelare con un trapano da cantiere a media velocità per circa tre minuti lo specifico adesivo bicomponente epossidico e spalmarlo sia sulla lamina nella zona precedentemente pulita e sia sulla zona di calcestruzzo da placcare

effettuare il placcaggio diretto tra la lamina ed il calcestruzzo, passando alla fine un rullino sulla lamina in modo tale da fare refluire la resina in eccesso che può essere riutilizzata.

5- Alle estremità della lamina, nei punti di cuspidi e dove più elevate sono le tensioni di aderenza si consiglia di effettuare una "fasciatura" per una larghezza di fascia di circa 60 cm con un tessuto unidirezionale in CFRP ad alto modulo elastico in modo tale da aumentare le prestazioni della lamina in CFRP, dare un rinforzo al taglio e migliorare la duttilità del rinforzo.

6- Effettuare la "fasciatura" impregnando lo specifico tessuto in fibra di carbonio monodirezionale con la resina epossidica. Il tessuto da impregnare dovrà avere le seguenti prestazioni:

Tipo della fibra: fibra di carbonio ad alta resistenza Fiber type High stiffness carbon fibers

Fiber orientation 0° (unidirectional).

Costituzione: 99% trama, 1% ordito

Peso del tessuto: 300 g/m<sup>2</sup>

Grammatura 300 g/m<sup>2</sup>: t 5 %

Il sistema di rinforzo del tipo indicato, utilizzato in cantiere, dovrà essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CTV) in corso di validità. In assenza di tale certificato i prodotti che compongono il sistema dovranno essere allontanati dal cantiere dal Direttore dei Lavori.

La posa in opera di fibre di carbonio per il rinforzo strutturale di strutture in c.a. deve essere realizzata solo dopo aver soddisfatto le seguenti prescrizioni:

#### Preparazione del supporto

-Le superfici da ripristinare dovranno essere preparate asportando completamente il calcestruzzo ammalorato mediante scalpellatura a mano o meccanica o con altri mezzi idonei quali l'idroscarifica al fine di ottenere un supporto solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido. Qualora la rimozione del calcestruzzo ammalorato sia stata eseguita mediante scalpellatura a mano o meccanica, sarà necessario eseguire la spazzolatura dei ferri di armatura affioranti oppure procedere all'idrosabbatura, al fine di rimuovere la ruggine presente e portare la superficie a metallo bianco. L'idrosabbatura non è necessaria qualora la preparazione della superficie sia stata effettuata mediante idroscarifica, ma si rende necessaria quando trascorre un elevato intervallo di tempo da tale operazione a causa di particolari esigenze organizzative di cantiere, prima del trattamento dei ferri di armatura.

-Dopo la rimozione della ruggine, i ferri d'armatura dovranno essere trattati mediante l'applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva bicomponente. Tale malta a base di legante cementizio, polimeri in polvere e inibitori della corrosione, ha la specifica funzione di impedire la formazione di ossido. Le superfici oggetto di ripristino dovranno essere pulite e saturate a rifiuto con acqua ma a superficie asciutta mediante idrolavaggio.

-Ricostruire le zone di calcestruzzo asportate mediante malta cementizia fibrorinforzata o betoncino fibrorinforzato additivato, secondo il profilo originario, di spessore medio da 5 mm a 10 mm, del tipo monocomponenti tixotropiche applicabili anche a spruzzo, aventi modulo elastico simile a quello del calcestruzzo composte da cementi selezionati, resine acriliche, fibre polipropilene ed additivi vari.

Per il trattamento successivo è necessario che tutti gli spigoli vivi negli elementi in calcestruzzo siano smussati mediante l'impiego di martello demolitore oppure altra idonea attrezzatura.

A stagionatura avvenuta della malta da ricostruzione, tempi di attesa almeno tre settimane, per il rinforzo a flessione di ogni singola trave occorrerà applicare le fibre di carbonio in:

### **Lamine pultruse in fibra di carbonio**

Le lamine in CFRP continue per tutta la lunghezza della geometria prescritta, dovranno essere messe in opera rispettando la seguente procedura:

- Primerizzazione ovvero applicazione sulla superficie trattata di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa con un consumo minimo di 0,2 Kg/mq;
- Stesura di adesivo epossidico tixotropico esente da solventi, al fine di livellare la superficie da rinforzare e di creare uno strato adesivo per la successiva applicazione del rinforzo. Consumo minimo 2,5 kg/mq.
- Applicazione della lamina avendo cura di eseguire con una spatola piana, uno strato uniforme di adesivo epossidico con un consumo di circa 1kg/mq.
- Realizzazione di connessioni strutturali con fiocature di ancoraggio in fibra di carbonio.

Il sistema di rinforzo con lamine deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Modulo di E > 170 GPa;
- Resistenza a Trazione > 3.100 MPa;
- Resistenza a taglio >= 77 MPa;
- Allungamento a rottura < 2%;
- Tenore volumetrico in fibra >68%;
- Densità: 1,61 g/cm<sup>3</sup>;
- Peso > 338 g/m;
- Sezione resistente >= 210 mmq;
- Spessore >= 1.4 mm;

La larghezza dovrà essere non inferiore a 150 mm.

Il sistema di rinforzo del tipo indicato, utilizzato in cantiere, dovrà essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CTV) in corso di validità. Il CTV dovrà essere allegato alla bolla di consegna del materiale (anche come riferimento informatico), insieme al manuale di applicazione del sistema fibre-legante. In assenza di tale documentazione i prodotti che compongono il sistema dovranno essere allontanati dal cantiere dal Direttore dei Lavori.

Gli adesivi e gli stucchi epossidici dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ed alla EN 1504-4.

### **Tessuto in fibra di carbonio tipo MAPEWRAP C**

Il sistema è composto dall'abbinamento di un tessuto in fibra di carbonio e da un insieme di leganti epossidici comprendente:

- una resina epossidica per l'impregnazione e l'incollaggio
- uno stucco epossidico per la regolarizzazione e l'incollaggio
- un primer epossidico per il consolidamento del supporto, tipo Mapewrap Primer 1.

Il sistema di rinforzo del tipo indicato, utilizzato in cantiere, dovrà essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CTV) in corso di validità. In assenza di tale certificato i prodotti che compongono il sistema dovranno essere allontanati dal cantiere dal Direttore dei Lavori.

Gli adesivi e gli stucchi epossidici dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ed alla EN 1504-4.

Il tessuto in fibra di carbonio da utilizzare a rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo armato danneggiati, dovrà essere del tipo unidirezionale ad elevato modulo elastico e a alte resistenze meccaniche a trazione e posto in opera rispettando la seguente procedura:

- impregnazione del tessuto in opera con primer epossidico consolidante del supporto.
- regolarizzazione del supporto mediante uno stucco epossidico per la regolarizzazione e l'incollaggio;
- applicazione di primer costituito da una resina epossidica per l'impregnazione e l'incollaggio sulla superficie della struttura.
- Temperatura di applicazione (min/max): da +10°C a +35°C;

Il tessuto deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

#### proprietà tessuto a secco

- Grammatura 300 g/mq;
- Spessore equivalente di tessuto secco >0,164 mm;
- Area resistente per unità di larghezza >164,30 mmq/m;
- Resistenza meccanica a trazione tessuto secco >49 GPa;
- Carico massimo per unità di larghezza >800 kN/m;
- Modulo elastico a trazione > 252 GPa;
- Allungamento a rottura < 2%;

#### proprietà del sistema

- Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre valore medio 1 strato Er >230 GPa;
- Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre valore caratteristico 1 strato fk 3.800 MPa;
- Deformazione a rottura 1.60%;
- Adesione al calcestruzzo >3 N/mmq (rottura del supporto);
- Spessore minimo 0,50 mm.

- Aderenza al CLS, dopo 7 gg di maturazione, UNI EN 1542: ≥3 MPa, rottura nel CLS;
- Resistenza caratteristica a trazione diretta dopo 7 gg ≥ 20 MPa (ASTM D638);
- Modulo elastico a trazione dopo 7 gg ≥ 1200 GPa (ASTM D638) con incollaggio dei sistemi attraverso l'uso di adesivo impregnante di resina epossidica.

Nell'esecuzione è compreso inoltre:

- stucco epossidico bicomponente;

- adesivo epossidico bicomponente quale impregnante del tessuto con le seguenti caratteristiche prestazionali:
  - Adesione al cls a 7 gg  $\geq 3,5$  Mpa per rottura del cls (UNI EN 1542);
  - Resistenza a trazione per flessione - secondo ASTM D790-a 7 gg  $\geq 50$  MPa oppure secondo UNI ENISO 178 - a 7 gg  $\geq 40$  Mpa.

La larghezza del tessuto non deve essere inferiore a 20 cm.

Dopo aver effettuato la posa del tessuto in fibra di carbonio ed aver applicato gli strati di primer per l'incollaggio è necessario, con resina ancora fresca, allo spaglio di sabbia di quarzo a rifiuto asciutta con granulometria tra 1,2 e 1,9 mm.

Il sistema di rinforzo del tipo indicato, utilizzato in cantiere, dovrà essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CTV) in corso di validità. Il CVT dovrà essere allegato alla bolla di consegna del materiale (anche come riferimento informatico), insieme al manuale di applicazione del sistema fibre-legante. In assenza di tale documentazione i prodotti che compongono il sistema dovranno essere allontanati dal cantiere dal Direttore dei Lavori.

Gli adesivi e gli stucchi epossidici dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ed alla EN 1504-4.

### **Adesivi e stucchi epossidici**

Il prospetto 1 sotto riportato (dalla EN 1504-4) elenca le caratteristiche prestazionali di prodotti e sistemi per l'incollaggio richiesti per "tutti gli impieghi previsti" e quelle che possono essere richieste per "determinati impieghi previsti" (le prime sono contrassegnate da un quadratino nero, le seconde da un quadratino bianco).

Si sottolinea che le proprietà di aderenza possono essere influenzate sfavorevolmente dal fuoco e pertanto devono essere adottate misure protettive adeguate qualora si preveda il rischio di incendio.



Caratteristica prestazionale	Principio di riparazione 4 Rinforzo strutturale (Nota 7)	
	Metodo di riparazione 4.3 Rinforzo con piastra aderente (Nota 1)	Metodo di riparazione 4.4 Malta o calcestruzzo adesivo (Nota 2)
1. Idoneità per l'applicazione: a) su superfici verticali e intradossi..... b) su estradosso di superfici orizzontali..... c) mediante iniezione .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. Idoneità per l'applicazione e la maturazione alle seguenti condizioni ambientali particolari: a) bassa o alta temperatura (nota 3) ..... b) substrato umido.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
3. Aderenza: a) piastra su piastra..... b) piastra su calcestruzzo..... c) acciaio con protezione anticorrosione su acciaio con protezione anticorrosione (nota 4) d) acciaio con protezione anticorrosione su calcestruzzo (nota 4)..... e) calcestruzzo indurito su calcestruzzo indurito..... f) calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito (nota 5).....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
4. Durabilità del sistema composito: a) cicli termici..... b) cicli di umidità.....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
5. Caratteristiche del materiale per il progettista: a) tempo aperto (nota 5) (nota 6) ..... b) tempo di lavorabilità (nota 6) ..... c) modulo di elasticità in compressione..... d) modulo di elasticità in flessione..... e) resistenza alla compressione..... f) resistenza al taglio..... g) temperatura di transizione vetrosa..... h) coefficiente di espansione termica..... i) ritiro.....	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Note 1. Il metodo di riparazione 4.3 è conforme alla ENV 1504-9. Incollaggio di piastre esterne alla superficie di una struttura di calcestruzzo per scopi di rinforzo e applicazione di piastre in tali applicazioni. È improbabile ottenere un legame accettabile con l'acciaio inossidabile. 2. Il metodo di riparazione 4.4 è conforme alla ENV 1504-9. Incollaggio di calcestruzzo indurito su calcestruzzo indurito, generalmente associato con l'impiego di unità prefabbricate o l'incollaggio di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito facente parte integrante di una nuova struttura composta dai tre elementi. 3. Possono essere specificate le temperature da parte del produttore per l'impiego previsto. 4. In questo contesto la protezione dalla corrosione implica l'applicazione di uno strato di mano di fondo che inibisce la corrosione dell'acciaio dolce. 5. Non applicabile alle tecniche di iniezione. 6. Alle temperature di applicazione minime, normali e massime.		

Il produttore deve effettuare prove prestazionali sul prodotto secondo il Prospetto 3,1 (agenti adesivi per rinforzo con piastra aderente) o il prospetto 3,2 (agenti adesivi per malta o calcestruzzo aderente) della UNI EN 1504-4. Si riporta di seguito il prospetto 3,1 estratto dalla UNI EN 1504-4, che tratta la tipologia di lavorazione prevista dal presente Capitolato.

prospetto 3.1 **Requisiti prestazionali dell'agente adesivo per rinforzo con piastra aderente**

Punto N°	Caratteristica prestazionale	Calcestruzzo o malta di riferimento	Metodo di prova	Requisiti (vedere nota)
1	Modulo di elasticità in flessione	-	EN ISO 178	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
2	Resistenza al taglio	-	EN 12188	$\geq 12 \text{ N/mm}^2$
3	Tempo aperto	EN 1766 MC (0,40)	EN 12189	Valore dichiarato $\pm 20\%$
4	Tempo di lavorabilità	-	EN ISO 9514	Valore dichiarato. Nota informativa: La durata di lavorabilità dipende dalla quantità di prodotto miscelato e dalle condizioni ambientali. Gli utilizzatori dovrebbero notare che la durata di lavorabilità è generalmente minore della durata in vaso.
5	Modulo di elasticità in compressione	-	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
6	Temperatura di transizione vetrosa	-	EN 12614	$\geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
7	Coefficiente di espansione termica	-	EN 1770	$\leq 100 \times 10^{-6}$ per K
8a	Ritiro totale per agenti adesivi strutturali	-	EN 12617-1	$\leq 0,1\%$
8b	Ritiro totale per agenti adesivi strutturali (metodo di prova alternativo)	-	EN 12617-3	$\leq 0,1\%$
9	Idoneità per l'applicazione su superfici verticali e intradossi	-	EN 1799	Il materiale non deve abbassarsi di oltre 1 mm quando si applica in spessori minori di 3 mm.
10	Idoneità per l'applicazione su estradossi di superfici orizzontali	-	EN 1799	L'area della superficie dell'agente adesivo alla fine della prova di schiacciamento non deve essere minore di $3000 \text{ mm}^2$ (60 mm di diametro).

prospetto 3.1 **Requisiti prestazionali dell'agente adesivo per rinforzo con piastra aderente (Continua)**

Punto N°	Caratteristica prestazionale	Calcestruzzo o malta di riferimento	Metodo di prova	Requisiti (vedere nota)								
11	Idoneità per l'iniezione	EN 1766 MC (0,40)	EN 12618-2	Per la prova eseguita a secco, la rottura deve verificarsi nel calcestruzzo.								
12	Idoneità per l'applicazione e la maturazione in condizioni ambientali particolari	-	EN 12188 Nota: Il metodo di prova può richiedere l'esecuzione in condizioni ambientali diverse da quelle specificate nella EN 12188.	La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolature $\theta$ non deve essere minore dei valori $\sigma_0 \text{ N/mm}^2$ di seguito riportati. <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><math>\theta</math></td> <td><math>\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}</math></td> </tr> <tr> <td>50°</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>70°</td> <td>70</td> </tr> </table>	$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	50°	50	60°	60	70°	70
$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$											
50°	50											
60°	60											
70°	70											
13	Aderenza	-	EN 12188	La sollecitazione alla trazione creata dal giunto incollato in una prova di trazione diretta non deve essere minore di $14 \text{ N/mm}^2$ . La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolature $\theta$ non deve essere minore dei valori $\sigma_0 \text{ N/mm}^2$ di seguito riportati. <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><math>\theta</math></td> <td><math>\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}</math></td> </tr> <tr> <td>50°</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>70°</td> <td>70</td> </tr> </table>	$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	50°	50	60°	60	70°	70
$\theta$	$\sigma_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$											
50°	50											
60°	60											
70°	70											
14	Durabilità (temperatura e umidità)	-	EN 13733 Nota: Il metodo di prova non è applicabile a piastre diverse dall'acciaio.	Il carico di taglio - compressione alla rottura dei provini di calcestruzzo indurito dopo l'esposizione a cicli termici o all'ambiente caldo-umido non deve essere minore della resistenza a trazione del calcestruzzo. I provini di acciaio su acciaio non devono rompersi in seguito ad esposizione a cicli termici o all'ambiente caldo-umido.								

Punto N°	Caratteristica prestazionale	Calcestruzzo o malta di riferimento	Metodo di prova	Requisiti (vedere nota)
1	Modulo di elasticità in flessione	-	EN ISO 178	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
2	Resistenza alla compressione	-	EN 12190	$\geq 30 \text{ N/mm}^2$
3	Resistenza al taglio	-	EN 12615	$\geq 6 \text{ N/mm}^2$
4	Tempo aperto	EN 1766 MC (0,40)	EN 12189	Valore dichiarato $\pm 20\%$
5	Tempo di lavorabilità	-	EN ISO 9514	Valore dichiarato. Nota informativa: La durata di lavorabilità dipende dalla quantità di prodotto miscelato e dalle condizioni ambientali. Come tale è di responsabilità del produttore. Tuttavia, gli utilizzatori dovrebbero tenere presente che la durata di lavorabilità è generalmente minore della durata in vaso.
6	Modulo di elasticità in compressione	-	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$

I prodotti utilizzati in cantiere dovranno essere marcati CE.

### Controlli di accettazione

#### Controllo di accettazione di sistemi preformati

- Obbligatorio e sotto la responsabilità della D.L.;
- il campionamento deve avvenire per lotto di spedizione e per tipo di sistema fornito;
- le prove di Laboratorio (solo meccaniche) devono avvenire entro 30 gg dalla fornitura;
- modulo elastico e resistenza a trazione dei campioni di lamina provati devono essere non inferiori a quelli dichiarati dal produttore nella scheda tecnica;
- le caratteristiche dell'adesivo utilizzato per incollare le lamine al supporto devono essere conformi a quelle dichiarate dal produttore nella scheda del prodotto;
- vengono previste prove aggiuntive se i valori meccanici delle lamine non rientrano nei valori dichiarati dal produttore.

#### Controllo di accettazione dei sistemi impregnati in situ

- Obbligatorio e sotto la responsabilità della D.L.;
- deve essere eseguito su campioni prodotti in cantiere con le fibre e la resina oggetto della fornitura secondo le indicazioni del manuale di installazione del fornitore;
- le prove di Laboratorio (solo meccaniche) devono avvenire entro 30 gg dalla fornitura;
- modulo elastico e resistenza a trazione dei campioni di lamina provati devono essere non inferiori a quelli richiesti da progetto e dal presente Capitolato d'Appalto
- vengono previste prove aggiuntive se i valori meccanici dei provini non rientrano nei valori richiesti da progetto e dal presente Capitolato d'Appalto

### Art. 21 – Fiocature di ancoraggio

A presidio di rinforzi strutturali realizzati sulle strutture in c.a. è possibile realizzare connessioni strutturali costituiti da corde in fibre di carbonio, unidirezionali, contenute all'interno di una garza che ne dà una forma di corda, impregnata con specifici prodotti. L'ancoraggio dovrà essere realizzato sia per i tessuti di carbonio, sia per le lamine pultruse di carbonio.

Le caratteristiche tecniche dovranno essere le seguenti:

#### Tipo di fibra carbonio ad alta resistenza

- Massa volumica dell'impasto 1,8 g/cm<sup>3</sup>;
- Allungamento a rottura 2 %;
- Diametro 10 mm;
- Modulo Elastico a trazione 240 Gpa;
- Area Resistente di tessuto secco 26,79 mm<sup>2</sup>;
- Carico Massimo 128 KN.

#### La posa avverrà secondo le seguenti fasi:

- realizzazione nello spessore della struttura, di fori di diametro di 14 mm e della profondità minima di 20 cm; il foro deve risultare asciutto, pulito e privo di polvere, pertanto è necessario eliminare completamente la polvere ed il materiale incoerente aspirandolo;

#### preparazione dei connettori:

- tagliando spezzoni di lunghezza minima di 40 cm e comunque una lunghezza totale pari al doppio della lunghezza del foro;
- impregnando con resina epossidica bicomponente la parte di corda di lunghezza non maggiore a quella del foro, dopo aver fatto arretrare la parte della garza di contenimento, la garza di contenimento dovrà subito ricoprire la corda impregnata, quando la resina è ancora fresca;
- spolverando con sabbia di quarzo 0,3-0,9 mm asciutta, la superficie della corda di carbonio quando la resina è ancora fresca. Tale operazione consente la miglior adesione del connettore all'interno del foro. Ad indurimento avvenuto sarà poi possibile applicare il "fiocco" appena creato.
- Applicare il primer epossidico bicomponente, utilizzando uno scovolino di pulizia fori, all'interno del foro nella struttura.

- Fresco su fresco, riempire il foro con resina epossidica bicomponente fluida (fori a pavimento o inclinati verso il basso) o con stucco epossidico bicomponente (fori a soffitto o inclinati verso l'alto).
- Fresco su fresco, posizionare il connettore (parte impregnata di resina epossidica) con movimento lento, favorendo il completo inserimento nel foro e favorendo la fuoriuscita della resina in eccesso.
- Eliminare con spatola la resina in eccesso dalla superficie
- Aprire a ventaglio la parte di corda di carbonio, non impregnata e non inserita nel foro, dopo aver eliminato la garza di contenimento.
- Utilizzare il primer epossidico bicomponente sulla zona in corrispondenza della corda di carbonio aperta a ventaglio, sia come primer sulla superficie di supporto che come impregnante delle fibre di carbonio.

## **CAPO 08) PAVIMENTAZIONI**

### **Art. 22 – Sovrastruttura stradale**

*(strati di fondazione, di base, di collegamento, di usura, massicciate di pietrisco e trattamenti superficiali)*

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

Per le sedi unidirezionali delle strade a 4 corsie, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

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

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

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

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. o presso altri Laboratori ufficiali.

Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori nei laboratori di cantiere.

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

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

Salvo non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm controllata a mezzo di un regolo lungo m. 4,50, disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

### **A) Strati di fondazione**

#### **A 1) Risanamento in sottofondazione**

In caso di presenze di terreni argillosi di caratteristiche scadenti o imbibiti d'acqua potrà essere eseguita una sottofondazione o risanamento.

Il materiale da impiegarsi potrà essere costituito da sabbia di fiume o di cava, da materiali di opportuna qualità proveniente dagli scavi, da ghiaia di fiume o di cava o da altri materiali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per la posa in opera di questi materiali si seguirà nelle norme prescritte per la posa in opera della fondazione in misto granulare soprattutto in relazione alle modalità di compattazione.

In generale il risanamento, qualora sia possibile, sarà scaricato con un opportuno drenaggio per evitare ristagni di acqua.

A tale scopo il piano d'appoggio sarà opportunamente sagomato in modo da favorire il deflusso delle acque.

#### A 2) Fondazione in misto granulare.

Tale fondazione è 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 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaia, detriti di cava frantumato, scorte o anche da altro materiale. Potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiale aventi provenienza diversa, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.

##### A 2.1) Caratteristiche del materiale da impiegare.

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

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare in quantità superiore al 30%;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

#### **Serie crivelli e setacci U.N.I.**

Miscela passante % totale 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

3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

5) equivalente in sabbia (N.4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. 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 CBR di cui al successivo comma 6;

6) indice di portanza CBR (ASTM d 1883/61-T oppure UNI EN 13286-47:2012 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo 4 giorni di imbibizione di acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

##### A 2.3) Studi preliminari.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. 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 D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

##### A 2.4) Modalità esecutive.

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazioni dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danno 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 vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L., con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto in quel cantiere (prove di costipamento).

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 (AASHO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm. la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

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

dove:

- $d_r$  = densità miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm. da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;  
 $d_i$  = densità della miscela intera;  
 $P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione > 25 mm;  
 $x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione > 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm compresa tra il 25 ed il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm.)

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , misurato con il metodo di cui all'art. 4, ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup> non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

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 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

### A 3) Fondazione (sottobase) in misto cementato

#### A 3.1) Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato, dello spessore previsto in progetto.

#### A 3.2) Caratteristiche dei materiali da impiegare.

##### A 3.2.1) Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. (La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- 1) Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

#### **Serie crivelli e setacci U.N.I.**

passante % totale in peso

Crivello 40	100
" 30	80 - 100
" 25	72 - 90
" 15	53 - 70
" 10	40 - 55
" 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
" 0,4	8 - 18
" 0,18	6 - 14
" 0,075	5 - 10

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore a 30
- 4) Equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60
- 5) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla D.L. la composizione da adottare e successivamente la osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

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

#### A 3.2.3) Legante:

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'altoforno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

#### A 3.2.4) Acqua:

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli 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  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### A 3.3) Studio della miscela in laboratorio

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate:

verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi (UNI EN 13286-47:2012) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,24 cm., volume 3242 cmc); 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 dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente = 17,78 cm. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,45, altezza di caduta cm. 45,7).

I provini dovranno 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 confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cm<sup>2</sup> e non superiori a 45 Kg/cm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiori a 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti nella 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 accertato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### A 3.4) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc di miscela.

#### A 3.5) Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele preventivamente studiate.

Potrà essere ammessa la stesa con moto livellatrice (greder) purché comunque la superficie finita risulti sufficientemente regolare.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0° e superiori a 25° C e non sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C + 18° C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che la umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) e conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno 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.

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

### A 3.6) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

### A 3.7) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stessa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui all'art. 33 oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 - 110°C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (3 per le rotture a compressione e 3 per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre + 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25Kg/cmq per la compressione e 2,5 Kg/cmq per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre un centimetro, controllato a mezzo di un regolo di m.4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

## **B ) Strato di base**

### Generalità

Tutte le miscele bituminose utilizzate in cantiere devono rispettare le prescrizioni della norma europea UNI EN 13108, in tutte le sue parti, a seconda della tipologia di miscela bituminosa che si intende mettere in opera. In particolare, per quanto riguarda il conglomerato bituminoso prodotto a caldo, si faccia riferimento alla UNI EN 13108-1: lo scopo di tale norma è di specificare il conglomerato bituminoso a caldo sulla base delle prestazioni; il conglomerato bituminoso prodotto a caldo è utilizzato per strati superficiali d'usura, strati di collegamento e strati di base. La UNI EN 13108-1 include i requisiti per la scelta dei materiali costituenti ed è pensata per essere consultata congiuntamente alla EN 13108-20 e EN 13108-21, le quali si occupano di definire, rispettivamente, le procedure per le prove di tipo da utilizzare per la valutazione e la verifica della costanza della prestazione (AVCP) delle miscele bituminose, e i requisiti di qualità e quelli del controllo di produzione in fabbrica per l'impiego, durante la lavorazione, di miscele bituminose.

Tutte le miscele bituminose accettate in cantiere dovranno essere marchiate CE o, in alternativa dovranno essere sottoposte alle medesime prove previste per la marchiatura e dovranno risultare conformi.

La bolla di consegna deve contenere almeno le informazioni seguenti relative all'identificazione:

- fabbricante e impianto di miscelazione
- codice di identificazione della miscela
- modalità per ottenere dettagli completi per dimostrare la conformità alla norma europea vigente
- designazione della miscela riportata come in esempio

CB	D	Usura/base/binder	legante
----	---	-------------------	---------

dove

CB indica il conglomerato bituminoso prodotto a caldo

D è la dimensione del setaccio superiore

legante indica il grado o la classe del legante nel prodotto finale (grado di penetrazione del bitume utilizzato)

La designazione della miscela deve corrispondere a quella prescritta da progetto e/o concordata preventivamente con la Direzione Lavori.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare il materiale che non corrisponda alle caratteristiche richieste e che non risulti certificato.

### B 1) Descrizione

Lo strato di base è costituito dal misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953) normalmente dello spessore di 10 cm, impastato con bitume a caldo previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti gommati e/o metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della D.L.

### B 2) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.



Per il prelievamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo VI delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della D.L. e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei; inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. CNR n.27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio uni 0,18 (ASTM n.80): % passante in peso: 100
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n.200): % passante in peso: 90

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

### B 3) Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 - 80, salvo il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento., che dovrà essere compreso fra 47 °C e 56° C.

Per la valutazione delle caratteristiche seguenti si useranno le normative di seguito indicate:

penetrazione	B.U. CNR n° 24 del 29.12.1971
punto di rammollimento P.A.	B.U. CNR n° 35 del 22.11.1973
punto di rottura Fraas	B.U. CNR n° 43 del 05.05.1974
duttilità	B.U. CNR n° 44 del 29.10.1974
volatilità	B.U. CNR n° 50 del 17.03.1976

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20 \cdot u - 500 \cdot V}{u + 50 \cdot V}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in gradi centigradi - 25 °C -25°C;

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25°C.

### B 4) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

#### **Serie crivelli e setacci U.N.I.**

Passante % totale in peso

Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% ed il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall-Prova B.U. CNR n.30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

### B 5) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finale dei conglomerati in opera.

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

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

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

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato su richiesta delle D.L., a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

-la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

-la verifica della composizione del conglomerato (granulometria, degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

-la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente:

peso di volume (B.U. CNR n.40 del 30.3.1973) determinato come media di due prove;

percentuale di vuoti (B.U. CNR n.39 del 23.3.1973), determinata come media di due prove;

stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

### B 6) Formulazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno 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.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150 e 170°C, e quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

### B 7) Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, dovrà essere provveduto alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro finitrici dei tipi approvati dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto livellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm.20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibro finitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto od alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. CNR n.40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m. posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome del progetto.

### **C) Strati di collegamento (Binder) e di usura**

#### **Generalità**

Tutte le miscele bituminose utilizzate in cantiere devono rispettare le prescrizioni della norma europea UNI EN 13108, in tutte le sue parti, a seconda della tipologia di miscela bituminosa che si intende mettere in opera. In particolare, per quanto riguarda il conglomerato bituminoso prodotto a caldo, si faccia riferimento alla UNI EN 13108-1: lo scopo di tale norma è di specificare il conglomerato bituminoso a caldo sulla base delle prestazioni; il conglomerato bituminoso prodotto a caldo è utilizzato per strati superficiali d'usura, strati di collegamento e strati di base. La UNI EN 13108-1 include i requisiti per la scelta dei materiali costituenti ed è pensata per essere consultata congiuntamente alla EN 13108-20 e EN 13108-21, le quali si occupano di definire, rispettivamente, le procedure per le prove di tipo da utilizzare per la valutazione e la verifica della costanza della prestazione (AVCP) delle miscele bituminose, e i requisiti di qualità e quelli del controllo di produzione in fabbrica per l'impiego, durante la lavorazione, di miscele bituminose.

Tutte le miscele bituminose accettate in cantiere dovranno essere marchiate CE o, in alternativa dovranno essere sottoposte alle medesime prove previste per la marchiatura e dovranno risultare conformi.

La bolla di consegna deve contenere almeno le informazioni seguenti relative all'identificazione:

- fabbricante e impianto di miscelazione
- codice di identificazione della miscela
- modalità per ottenere dettagli completi per dimostrare la conformità alla norma europea vigente
- designazione della miscela riportata come in esempio

CB	D	Usura/base/binder	legante
----	---	-------------------	---------

dove

CB indica il conglomerato bituminoso prodotto a caldo

D è la dimensione del setaccio superiore

legante indica il grado o la classe del legante nel prodotto finale (grado di penetrazione del bitume utilizzato)

La designazione della miscela deve corrispondere a quella prescritta da progetto e/o concordata preventivamente con la Direzione Lavori.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare il materiale che non corrisponda alle caratteristiche richieste e che non risulti certificato.

#### **C1) Descrizione**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita dal doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura secondo quanto stabilito dal progetto o dalla D.L.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art.1 del "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR fascicolo 4/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattata con rulli gommati lisci.

#### **C2) Materiali inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR/1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n.34 (28 marzo 1973) anziché con il metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, superficie ruvide, puliti ed esenti da polvere o da materiale estraneo. L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV del 1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (CNR fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi ed invernali la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza all'usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. fasc. IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art.5 delle norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2-5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n.30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n.200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della D.L., il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio.

### C 3) Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della D.L. in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

### C 4) Miscele

#### C 4.1) Strato di collegamento (binder)

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

#### **Serie crivelli e setacci U.N.I.**

Passante % totale in peso

Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5%, riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti.

La stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3-7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia

per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

#### C 4.2) Strato d'usura

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

#### **Serie crivelli e setacci U.N.I.**

Passante % totale in peso

Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0,075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 6,0% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

**a)** resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. CNR n.30 del 15.3.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1000 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

**b)** elevatissima resistenza all'usura superficiale;

**c)** sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

**d)** grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso tra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10 -6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### C 5) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### C 6) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

#### C 7) Posa in opera degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

-la miscela verrà stesa dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante energica ventilazione ed eventuale lavaggio e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa basica o acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 0,5 Kg/mq. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;

- nella stesa, come già detto, si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

-la valutazione delle densità verrà eseguita con le stesse modalità e norme indicate per la base, ma su carote di 10 cm. di diametro; dovrà essere usata particolare cura nel riempimento delle cavità rimaste negli strati dopo il prelievo delle carote;

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

-la superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea, lunga m.4 posta sulla superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

#### C 8) Conglomerato bituminoso per strati di usura con aggregato sintetico chiaro

Il conglomerato in oggetto sarà costituito da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia e additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fasc. IV/1953) impastati con bitume a caldo, unitamente ad

aggregato sintetico chiaro della pezzatura 2-15 mm. La percentuale dell'aggregato sintetico sul peso totale della miscela costituente il conglomerato potrà variare fra il 30 ed il 45% a giudizio della D.L., secondo che gli altri aggregati siano chiari o scuri.

Il conglomerato chiaro in questione dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti per il conglomerato tipo usura ad esclusione dell'aggregato sintetico chiaro che dovrà rispondere ai soli requisiti seguenti:

- la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo ASTM C 131 - AASHTO T 96 inferiore al 20%;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953: inferiore a 0,015.

### **Art. 23 – Trattamento superficiale di sabbatura**

#### **a) Preparazione della superficie della massiciata cilindrica da sottoporre a trattamenti superficiali.**

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento a freddo, a base di leganti bituminosi, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto da polvere e fango in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Per raggiungere tale scopo occorrono le operazioni seguenti:

- 1) pulizia del piano viabile mediante scope a mano e scopatrici meccaniche per liberare la superficie stradale dal materiale detritico sciolto, dalla polvere e dalle impurità in genere.
- 2) eventuale lavaggio della massiciata con getto d'acqua sotto pressione limitatamente a quelle zone sulle quali la massiciata risulti coperta da ganghe e da impurità non eliminabili con l'impiego di spazzoloni anche metallici.
- 3) si provvederà all'eliminazione dell'ultima polvere ancora residua con l'azione combinata di scope flessibili ed apparecchi pneumatici che assorbano o soffino via la polvere ed i minuti detriti ancora presenti nella massiciata.

#### **b) Esecuzione della sabbatura.**

La sabbatura verrà eseguita mediante spruzzatura di emulsione bituminosa al 55% in ragione di Kg. 0,500 - 0,700 per metro quadrato.

Successivamente verrà sparsa sulla superficie così trattata sabbia pulita di dimensioni comprese fra 0 e 3 mm, in quantità sufficiente a saturare la emulsione sparsa. Indicativamente la quantità di sabbia oscillerà sui 2-3 litri al mq. Potrà essere richiesto dalla D.L. in funzione dei materiali localmente reperibili, che la sabbatura sia eseguita con sabbia ventilata, cioè sabbia asciugata mediante trattamento termico.

La sabbia dovrà essere accuratamente sparsa con idonei spazzoloni di saggina fino a sigillare accuratamente l'intera superficie.

### **Art. 24 – Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

E' prevista la demolizione della pavimentazione di qualsiasi spessore in conglomerato bituminoso, compreso la rimozione del materiale granulare esistente di qualsiasi spessore, eseguita a mano o a macchina con tutte le precauzioni atte a garantire l'integrità della struttura sottostante.

Compreso il trasporto a discarica del materiale di rifiuto e, in genere, tutti gli oneri necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte.

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

La scarificazione su strada sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco Prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

### **Art. 25 – Fresatura di strati in conglomerato bituminoso**

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

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionale come ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso

## **CAPO 09) IMPALCATI: APPOGGI, GIUNTI, SMALTIMENTO ACQUE**

## **Art. 26 – Apparecchi di appoggio**

### **A) Generalità**

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di «cerniera» e di «carrello cerniera» e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992 «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche», alle «Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni», C.N.R. - U.N.I. 10018 - 72-85 ed al Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: «Norme Tecniche per le Costruzioni 2018» e successiva circolare esplicativa.

Inoltre dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 «Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali» e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento.

Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;

b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;

c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo, dei piani di posa degli apparecchi;

d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa,

e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;

f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, alle norme UNI;

g) l'indicazione delle relazioni che l'apparecchio dovrà sopportare;

h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

In base a quanto stabilito al §11.6 delle NTC 2018, per gli appoggi strutturali si applica il punto 11.1 della medesima normativa; tutti gli appoggi devono quindi essere conformi alla pertinente norma armonizzata europea della serie UNI EN 1337 e recare, obbligatoriamente, la marcatura CE o copia del Certificato di Valutazione Tecnica, nonché il manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera e la manutenzione. Si applica il Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione 1. Nel caso di appoggi strutturali non ricadenti, o non completamente ricadenti, nel campo di applicazione di una delle norme armonizzate europee della serie UNI EN 1337, si applica il caso C) del paragrafo 11.1 delle NTC 2018.

Il Direttore dei Lavori è tenuto, nell'ambito delle proprie competenze, a verificare la presenza di tutta la documentazione di cui sopra e che le procedure di messa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del fabbricante del sistema stesso. Il Direttore dei Lavori dovrà inoltre effettuare prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti e/o delle principali prestazioni degli appoggi, al fine di verificare la conformità al progetto.

Tutti gli elementi giudicati non conformi ad uno qualsiasi dei requisiti soprastanti dal Direttore dei Lavori, dovranno essere allontanati dal cantiere.

### **B) Materiali**

In linea di massima, le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

#### **a) Acciaio laminato.**

Sarà conforme alle prescrizioni del progetto strutturale (generalmente S235-S275 o S355) e dovrà rispondere a quanto prescritto nella norma armonizzata europea UNI EN 10025-2:2019.

#### **b) Acciaio fuso o per getti.**

Sarà della classe FeG52 delle norme UNI 3158-77.

#### **c) Acciaio inossidabile.**

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe XS Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-71.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-66 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 60°C ± 2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 < (UNI 3963).

#### **d) Elastomeri.**

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10 \text{ N/MM}^2$  [ $100 \text{ Kg/cm}^2$ ] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%; 24h; 70°C)  $\leq 20\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

#### **e) Politetrafluoroetilene (PTFE).**

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-66, saranno le seguenti:

- densità  $2,13 \pm 2,23 \text{ g/cm}^3$ ;

- resistenza a trazione (23°C),  $\geq 24 \text{ N/mm}^2$  [240 Kg/cm<sup>2</sup>];
- allungamento a rottura (23°C),  $\geq 300\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

**f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.**

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento.

Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato,  $240 \pm 295 \text{ dmm}$  (DIN 51804);
- punto di congelamento,  $\leq -50^\circ\text{C}$  (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 150°C,  $\leq 3\%$  (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

**g) Altri materiali.**

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio ed acciaio cromato (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione della D.L.;
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

**C) Prove sui materiali**

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa, secondo le norme di accettazione riportate nei punti A) e B).

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori designati dalla Direzione dei Lavori e le relative spese saranno a carico dell'Impresa.

**D) Fabbricazione**

**1. Acciaio inossidabile.**

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensione Spessore minimo della lastra di acciaio

fino a 600 mm 2,5 mm

più di 600 mm 3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

**2. PTFE.**

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo. Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritengo le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà, variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensione max superficie PTFE Spessore minimo Spessore parte

(diametro o diagonale della lastra) totale Fuoriuscente

fino a 600 mm 4,5 mm mm 2,0  $\pm$  0,2

600 - 1200 mm 5,0 mm mm 2,5  $\pm$  0,2

oltre 1200 mm 6,0 mm mm 3,0  $\pm$  0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2  $\pm$  0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2  $\pm$  0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) Pressioni ammissibili.

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:



- con carichi permanenti, 30 N/mm<sup>2</sup> [300 Kg/cm<sup>2</sup>];

- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup> [450 Kg/cm<sup>2</sup>].

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup> [600 Kg/cm<sup>2</sup>] se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup> [170 Kg/cm<sup>2</sup>];

- con carico massimo, 25 N/mm<sup>2</sup> [250 Kg/cm<sup>2</sup>].

b) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

### 3. Coefficiente d'attrito.

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

### 4. Parti in composizione saldata.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di lavorazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14 febbraio 1992.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

### 5. Protezione anticorrosiva.

Tutte le parti metalliche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco, seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nell'Art. «Verniciature» delle presenti Norme Tecniche.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile all'atto della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

### 6. Antipolvere.

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschiapolvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3 e 4, dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

## E) Assemblaggio

### 1. Collegamenti provvisori.

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

### 2. Pre-regolazione.

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

### 3. Contrassegni.

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto,
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

### 4. Riferimenti.

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento. In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

## F) Posa in opera

### 1. Verifica delle sedi predisposte.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio. Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza e per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo. In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

### 2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità.

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e soprastanti con zanche d'ancoraggio. E' a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni -di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (quest'ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta. Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

## **Art. 27 – Giunti di dilatazione**

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

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 «Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali» e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

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

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

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

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

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

## **A) REQUISITI PRESTAZIONALI**

### **A.1) Continuità e movimento**

Il giunto, senza opporre una significativa resistenza, dovrà consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni relative delle parti contrapposte garantendo la continuità del piano stradale.

Il sistema di vincolo della struttura dovrà impedire spostamenti verticali significativi, in quanto pregiudicano la sicurezza del traffico veicolare e la durata del giunto stesso.

Tutte le eventuali esigenze, come gli spostamenti trasversali, dovranno essere esplicitamente richiesti dalla Direzione Lavori.

### **A.2) Impermeabilità**

Il giunto dovrà essere impermeabile all'acqua della superficie del piano stradale e a quella della sottopavimentazione.

Il sistema di impermeabilizzazione potrà essere così realizzato:

- a livello della pavimentazione: l'impermeabilizzazione del giunto dovrà essere parte integrante della soletta, per cui non sarà necessario realizzare il sistema di raccolta delle acque;
- al di sotto della pavimentazione: dovranno essere posate scossaline o canali di gronda collegati al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Tali dispositivi non dovranno interferire con le strutture principali dell'opera e dovranno consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

### **A.3) Drenaggio, caditoie e converse**

Il giunto di sottopavimentazione dovrà essere corredato da dispositivi di drenaggio idonei allo smaltimento delle acque che si infiltrano al di sotto della pavimentazione stradale. Per un corretto funzionamento del sistema di drenaggio sarà indispensabile prevedere, in caso di mancanza, alla posa in opera di adeguate caditoie a ridosso del sistema di drenaggio del giunto e relative converse. Particolare cura si dovrà osservare nel corretto posizionamento di tali sistemi di smaltimento, che dovranno garantire l'allontanamento dell'acqua dagli appoggi e da tutte le superfici in calcestruzzo e/o in acciaio dell'intera struttura (spalle, pile, traversi e travi). Nel caso l'esistente risultasse ammalorato o non garantisse l'allontanamento dell'acqua secondo le modalità sopra descritte, dovrà essere sostituito o ne dovrà essere modificata l'ubicazione.

### **A.4) Aderenza**

Il giunto dovrà garantire un'adeguata aderenza ai pneumatici dei veicoli, pertanto i giunti longitudinali dovranno presentare opportuni risalti o irruvidimenti superficiali.

### **A.5) Resistenza alla corrosione**

Tutte le parti metalliche soggette a corrosione, dovranno essere protette con idoneo ciclo protettivo.

### **A.6) Manutenzioni**

Il giunto non deve pregiudicare tutte le operazioni di ordinaria e straordinaria manutenzione delle opere d'arte (es.: sollevamento, ispezioni ecc.) nonché le operazioni invernali (urto di lame spazzaneve).

### **A.7) Raccordo con la pavimentazione**

La posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione, in funzione della tipologia del giunto e delle specifiche condizioni operative; tale scelta dovrà essere concordata dalla Direzione Lavori con il Fornitore. Il raccordo alla pavimentazione dovrà essere perfettamente eseguito e non vi dovrà essere differenza di quota fra il giunto e la pavimentazione.

Tale prescrizione è di fondamentale importanza al fine di preservare il giunto da inutili e dannose sollecitazioni d'urto indotte dal traffico e per mantenere basso il livello di rumorosità al passaggio dei veicoli.

## **B) TIPOLOGIA DEI GIUNTI**

### ***B.1) Giunti in gomma - metallo***

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

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

Caratteristica di questa tipologia di giunti è la presenza a livello della superficie trafficata, di una serie più o meno numerosa di varchi paralleli all'asse del giunto necessari allo sviluppo delle deformazioni elastiche richieste mentre nella parte inferiore è presente un dispositivo per la raccolta e lo smaltimento delle acque provenienti dalla superficie stradale e/o dalla pavimentazione.

### ***B.2) Giunti a pettine***

Sono Giunti ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare.

Questi due elementi, fissati ognuno alla relativa testata, garantiscono, grazie ad una idonea compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni richieste al giunto.

Lo schema statico di tali giunti può essere di trave in duplice appoggio quando l'elemento a pettine posa su entrambe le testate, o a mensola quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata.

Loro caratteristica è la necessità di richiedere uno specifico dispositivo, generalmente una scossalina, per garantire l'impermeabilità del varco.

Richiedono inoltre una particolare attenzione sia nell'allineamento in fase di posa che nell'ancoraggio alla testata, soprattutto nel caso di schema strutturale a mensola.

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

### ***B.3) Giunti a piastre metalliche***

Sono quei giunti in cui una serie di piastre metalliche, nude o rivestite di gomma, tra loro vincolate forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti garantendo la continuità del piano viabile.

Sono utilizzati normalmente per grandi scorrimenti e possono essere caratterizzati da un certo ingombro in senso verticale.

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

### ***B.4) Giunti a lamelle (profilati) trasversali***

Sono i giunti in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma si da creare una superficie impermeabile caratterizzata dall'alternanza, lungo tutto lo sviluppo trasversale dei profili in acciaio e dei profili in gomma che con la loro deformabilità assicurano lo sviluppo dei scorrimenti richiesti.

La portanza dei profili metallici è garantita da una struttura di sostegno, su cui i suddetti profili poggiano e scorrono, ancorata alle testate dell'opera d'arte.

Anche in questo caso viene richiesta una particolare predisposizione delle testate alle quali deve essere fissata la struttura di sostegno.

Detti giunti possono essere costruiti in versioni che permettono notevoli escursioni trasversali.

### ***B.5) Giunto tampone***

Questo tipo di giunto ha la particolarità di potersi deformare senza sconnettersi e senza perdere impermeabilità: è costituito da un tampone in conglomerato bituminoso chiuso, perfettamente saldato al sottofondo e ai fianchi.

I giunti tampone si distinguono in:

- giunti a tampone in asfalto colato normale;
- giunti a tampone viscoelastico;
- giunti a tampone elastoplasto;
- giunti tampone polimerico;
- giunti a tampone meccanico.

### ***B.6) Dispositivo per cordolo e marciapiedi***

Come integrazione ai giunti di dilatazione dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, sia nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con barriera metallica, che barriera new jersey e sul marciapiede. Di tale fornitura le imprese dovranno esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

## **C) MATERIALI**

### ***C.1) Impasto per giunto tampone***

#### ***C.1.1) Inerti***

Composizione:

- **aggregato grosso:** del diametro compreso tra 15 e 20 mm, dovrà essere ricavato dalla frantumazione di rocce dure e compatte (esclusivamente basalto, granito o gabbro) fino all'ottenimento di elementi a spigoli vivi;
  - **additivo minerale:** dovrà essere costituito da un filler calcareo o da cemento: al setaccio n°80 ASTM (corrispondente a 0,18 mm.) dovrà passare al 100%, mentre al setaccio n°200 ASTM (corrispondente a 0,075 mm.) dovrà passare al 90%;
  - **filler:** dovrà essere aggiunto, in peso, in ragione del 18/24% rispetto alla miscela degli inerti.
- La composizione granulometrica di aggregati e filler, dovrà corrispondere a quanto riportato nelle tabelle che seguono, mentre la percentuale di vuoti tollerata potrà essere compresa tra il 15 ed il 18%.

<i>Fuso granulometrico</i>		<i>Curva ottimale</i>
<i>setaccio ASTM</i>	<i>passante*</i>	<i>% passante</i>
3,8"	100	100
n°4	70 - 80	75
n°10	48 - 56	52
n°20	36 - 44	40
n°40	28 - 34	31
n°80	24 - 28	26
n°200	22 - 26	24

\* tolleranza massima=10%

### **C.1.2) Legante**

Dovrà essere presente in quantità tale da riempire i vuoti, con un'eccedenza di volume, rispetto a quello della miscela di inerti/filler, non inferiore al 2%.

Rispetto al peso complessivo, dovrà essere così costituito:

- **per il 70%** da bitume di penetrazione 60/70, avente un indice di penetrazione pari a 1P (compreso tra -0,5 e +0,5);
- **per il 15%** da bitume naturale;
- **per il 15%** da bitume additivato con elastomeri (tipo APS 0), con punto di rammollimento P e A non inferiori a 140°C e punto di fusione di circa 165°C.

### **C.1.3) Impasto**

L'asfalto colato, risultante dalla miscela di questi componenti, dovrà presentare una deformazione permanente a compressione, misurata con prova di impronta DIN 1996, (52,5 Kg su 5 cm<sup>2</sup> a 40°C per 60"), compresa fra 1 e 5 mm.

La preparazione dell'impasto potrà essere effettuata in modi diversi, a seconda dell'impianto di mescolamento di volta in volta disponibile.

Nel caso di utilizzo di caldaia con mescolatore meccanico e sistema di riscaldamento a gas o gasolio, la procedura da seguire dovrà essere la seguente:

- introduzione in caldaia dei tre componenti, anche premiscelati, nelle proporzioni di cui sopra ed in quantità corrispondenti al dosaggio sulla miscela degli inerti; successivo riscaldamento a circa 200°C fino a completa liquefazione del legante stesso;
- introduzione del filler, asciutto e dosato nel quantitativo previsto, riscaldamento e mescolamento per non meno di 30 minuti', fino al completo assorbimento del bitume nel filler stesso;
- introduzione degli inerti, preferibilmente asciutti, riscaldamento e mescolamento fino al raggiungimento di una temperatura pari a 200/220°C, fino al raggiungimento di un impasto perfettamente omogeneo ed idoneo al colamento.

La preparazione degli impasti potrà essere effettuata direttamente nel cantiere stradale oppure al di fuori di esso (nelle immediate vicinanze).

La messa in opera dovrà essere effettuata colando il materiale nel vano precedentemente predisposto; il materiale dovrà essere versato da una altezza non superiore a 10-15 cm direttamente dalla caldaia, mediante l'opportuno scivolo, oppure mediante l'utilizzo di carriole, purché sia assicurato il rifornimento continuo.

Le operazioni di colamento, nel corso delle quali non dovrà assolutamente essere danneggiato lo strato di connessione, non potranno essere effettuate in condizioni atmosferiche (temperatura e umidità) pregiudicanti l'addensamento del materiale e comunque dovranno essere sempre concordate con la Direzione Lavori. Lo strato superficiale di asfalto colato dovrà essere irruvidito, ancora caldo, mediante l'impiego di una graniglia con una pezzatura compresa tra 3 e 5 mm, pulita e priva di polvere, in ragione di almeno 3 kg/m<sup>2</sup>.

Il tampone potrà essere transitato solo a raffreddamento completamente avvenuto.

## **C.2) Acciaio da costruzione**

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20 °C secondo UNI EN ISO 148-1:2016  $\geq 27$  J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione. Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, cloroaacciu, ecc.);
- il numero di strati di vernice impiegata;
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;

- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.  
La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono il giunto.

### **C.3) Acciaio inossidabile**

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

### **C.4) Superfici di scorrimento e scossaline**

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 UNI EN 10088-2 (AISI 316).

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 UNI EN 10088-2 (AISI 304), di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

### **C.5) Ancoraggi e bulloneria**

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile dei seguenti tipi:

- X16 CrNi 16 UNI EN 10088-3:2014 allo stato bonificato o equivalenti.
- X5 CrNiMo 1712 UNI EN 10088-3:2014

### **C.6) Leghe di alluminio**

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che ne attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti:

- 1) Carico unitario di rottura a trazione secondo UNI EN ISO 6892: 215 MPa
- 2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità secondo UNI EN ISO 6892: 175 MPa
- 3) Allungamento secondo UNI EN ISO 6892: 1,5%
- 4) Durezza Brinell secondo UNI EN ISO 6505-1:2015: 70.

### **C.7) Gomma**

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle Istruzioni CNR 10018/87. La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

### **C.8) Malte, betoncini e resine**

- **Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata**, predosata con le seguenti caratteristiche prestazionali salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a compressione a 28 gg  $\geq 55$  MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg  $\geq 40$  MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg  $\geq 7$  MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg  $\geq 6$  MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 26 GPa  $\div$  30 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542)  $\geq 2$  MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687)  $\geq 2$  MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057)  $\leq 0,3$  kg  $\cdot$  m<sup>-2</sup>  $\cdot$  h<sup>-0,5</sup>;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147)  $\geq 0,04\%$ .

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

- **Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato** con le seguenti caratteristiche prestazionali salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a compressione a 28 gg  $\geq 65$  MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg  $\geq 50$  MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg  $\geq 7$  MPa (UNI EN 196-1);
- Resistenza a trazione per flessione a 7 gg  $\geq 5$  MPa (UNI EN 196-1);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542)  $\geq 1,5$  MPa;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147)  $\geq 0,03\%$

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11;

- **Malta di resina per spessoramenti** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Classe di resistenza a compressione - UNI EN 12190- rilevata su cubi aventi lato di 40 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura 60 MPa.
- 2) Resistenza a trazione per flessione rilevata su prismi di 40x40x160 mm a 20 °C dopo 1 giorno di stagionatura in accordo alla UNI EN 196-1: 25 MPa.
- 3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI EN 12390-13: 10.000 MPa.
- 4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).
- 5) Ritiro - UNI EN 13454 inferiore a 0,005%
- 6) Assorbimento di acqua - UNI 7699 inferiore a 0,3% in peso.

- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Resistenza a trazione - UNI EN 12311 parti 1 e 2: 0,5 MPa;
- 2) Allungamento a rottura - UNI EN 12311 parti 1 e 2: 250%;
- 3) Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla;
- 4) Resistenza in nebbia salina - ASTM 117: 650 h;

5) Durezza - UNI EN ISO 868:2005: 25 ShA

- **Malta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a compressione - UNI EN ISO 604: 90 MPa;

2) Resistenza a flessotrazione - UNI EN ISO 178: 50 MPa;

3) Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 Mpa;

4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 Mpa;

5) Ritiro lineare - ASTM D 2556 inferiore a 0,0013 cm/cm;

6) Modulo elastico secante a compressione - UNI EN 12390-13: 6 Gpa;

7) Gel time - ASTM D 2471: 5 °C = 150 min 20 °C = 45 min;

- **Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante** con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI EN 12311 parti 1 e 2: 3 Mpa;

2) Durezza - UNI EN ISO 868:2005: 80 ShA;

3) Deformazione residua a trazione - UNI 8202 parte 10 < 15%;

4) Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla;

5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 Mpa.

## **D) POSA IN OPERA**

### **D.1) Piani di posa**

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera, riferite ad ogni tipologia di giunto o se necessario ad ogni singolo giunto di dilatazione, in posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- complanarità dei due diversi piani di posa;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate con la Direzione Lavori e controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore del giunto.

Nel caso di manutenzioni, detti disegni saranno di volta in volta adeguati alle operazioni da compiere. Nel caso di installazione di giunti di dilatazione su opere nuove, la posa in opera del giunto deve essere eseguita dopo la stesa della pavimentazione secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione esportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- rinvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici dell'impresa appaltatrice e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione;
- esecuzione del giunto di cordolo.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, la posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione procedendo secondo le seguenti fasi:

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

### **D.2) Preregolazione**

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

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

### **D.3) Raccordo con la pavimentazione**

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

#### **D.4) Sistema di raccordo delle acque**

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

#### **D.5) Raccordo con i cordoli e marciapiedi**

In corrispondenza di cordoli e marciapiedi, il giunto dovrà garantire la tenuta idraulica.

Dovranno essere effettuati i seguenti interventi:

- a quota della soletta, incollaggio di una grembialina in gomma butilica dello spessore di mm. 1, fissata alle testate dell'impalcato con adesivo epossidico, a proseguimento di quelle del giunto sul piano viabile ed unita ad essa con collante sintetico. La grembialina dovrà proseguire per circa 10 cm al di fuori del filo esterno del cordolo per poi essere tagliata a becco di flauto, al fine di evitare lo scorrimento delle acque lungo i pulvini: in alternativa, potrà essere collegata agli esistenti dispositivi di smaltimento delle acque;
- impermeabilizzazione e sigillatura della fessura costituita dal giunto del cordolo, incluso il risvolto verticale, mediante l'incollaggio, con adesivo epossidico, di una grembialina in gomma butilica dello spessore di 1 mm e della larghezza di 20 cm, applicata ad "omega", al fine di evitare l'intasamento della fessura del cordolo. La protezione del varco tra le solette dovrà essere realizzata con un copricordolo in lamiera striata in acciaio.

#### **Art. 28 – Sollevamento impalcati da ponte**

Sollevamento dal basso di testate di impalcati di ponti per sostituzione e/o spessoramento ed ancoraggio di apparecchi d'appoggio, rettifica dell'appoggio delle travi, rifacimento di pulvini e/o baggioli, ecc., mediante apparecchiatura idraulica opportuna posta semplicemente sui piani di pila o spalla o sedia "Gerber" e sotto le travi o i traversi, o su una struttura appositamente realizzata sotto l'impalcato del ponte con pali e opere di contrasto; tale apparecchiatura idraulica sarà comandata da centralina a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di tutta la testata senza indurre sollecitazioni flessotorsionali alle strutture, con costante ulteriore controllo del sollevamento mediante trasduttori di misura centesimale con lettura a distanza su apparecchio digitale posto presso il posto di comando della centralina.

In alternativa il sollevamento potrà avvenire con sollevamento dall'alto con strutture di appoggio sulle mensole delle seggiole gerber e nuove strutture metalliche da ancorare all'impalcato.

Compresi e compensati nel prezzo: il sollevamento dell'impalcato; la rimozione degli apparecchi d'appoggio esistente ed il loro trasporto nei magazzini della Società ove non siano stati impiegati; il deposito a piè d'opera, la loro ripresa, sollevamento e messa in opera se reimpiegati; il nolo dell'attrezzatura di sollevamento delle testate; l'onere per mantenere sollevati gli impalcati durante il tempo occorrente per eseguire tutti i lavori di sostituzione, spessoramento, ancoraggio degli appoggi e rettifica o rifacimento dei piani di appoggio; il successivo abbassamento dell'impalcato; escluso l'onere dell'attrezzatura mobile o dei ponteggi per l'accesso all'intradosso degli impalcati e per l'esecuzione dei lavori stessi.

L'appaltatore dovrà predisporre uno studio del piano di sollevamento in ragione delle strutture esistenti da utilizzare e delle eventuali nuove strutture provvisoriale da costruire in relazione alle attrezzature impiegate. Le sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le operazioni di sollevamento e sui relativi montaggi dovranno essere studiate dall'appaltatore e compatibili con le caratteristiche statiche degli elementi strutturali definitivi e transitori impiegati.

Lo studio del piano di sollevamento/varo dell'impalcato, completo di calcoli e verifiche, fermo restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'appaltatore, dovrà essere preventivamente trasmesso alla D.L. per l'approvazione con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.

### **CAPO 10) DEMOLIZIONI**

#### **Art. 49 – Demolizioni di murature e fabbricati - (OMISSIS)**

#### **Art. 29 – Demolizione di ponti in c.a. e muratura**

La demolizione di strutture di ponti, quali travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia in c.a. o c.a.p. o in struttura mista, su strade in esercizio dovrà essere eseguito fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

La demolizione di strutture di ponti o opere d'arte su corsi d'acqua, dovrà essere realizzata evitando la caduta di macerie in alveo e comunque dovrà essere effettuato un accurato recupero di tutte le parti in cemento o in acciaio dall'alveo del corso d'acqua, dette parti di demolizione saranno quindi trasportate a discarica oppure recuperate mediante macinazione e/o vagliatura dei materiali a giudizio della Direzione Lavori.

Durante tutte le operazioni di demolizione occorre che sia sempre garantito il regolare deflusso del corso d'acqua, senza creare alcun restringimento alla normale sezione dell'alveo od ostruzioni di qualsiasi tipo.

Nei ponti in cui le strutture in elevazione sono tali per cui la demolizione non controllata o il crollo accidentale possa arrecare danni a fabbricati o ad opere adiacenti occorrerà predisporre da parte dell'Impresa esecutrice un apposito progetto costruttivo di demolizione.

Tutti i materiali delle pavimentazioni stradali (asfalti) andranno conferiti in discarica autorizzata secondo le norme specifiche.

Tutti i materiali del corpo stradale (materiali aridi) potranno essere recuperati e riutilizzati nell'ambito del cantiere, previa accettazione della Direzione Lavori.

Le demolizioni delle strutture in elevazione dovranno spingersi fino alla rimozione delle spalle e delle fondazioni, con la sola esclusione dei pali di fondazione che rimangono interrati.

### **Art. 30 – Sabbatura o idrosabbatura**

Le superfici di calcestruzzo o in bozze di pietrame, da ripristinare o ravvivare, verranno preparate mediante trattamento di idrosabbatura o sabbatura a secco e spazzolatura per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura privi di copriferro, allontanare polveri, piccole impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Ove necessario la pulizia dovrà essere eseguita con scalpellatura e successiva sabbatura.

La sabbatura, la scalpellatura e successiva sabbatura è prevista su tutte le superfici in vista delle opere interessate.

## **CAPO 11) BARRIERE DI SICUREZZA**

### **Art. 31 – Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici**

Tutti i materiali forniti dovranno rispondere alle normative dettate dalle Norme Armonizzate Europee(UNI) ed essere certificati CE.

Quando la D.L. avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede dei lavori o dai cantieri a cura e spese dell'appaltatore.

Per quanto qui sopra non riportato si richiama espressamente la circolare del Ministero dei lavori pubblici del 16/05/1996 n° 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale".

Pertanto, in sede di offerta i concorrenti dovranno presentare, oltre alla documentazione di rito, una dichiarazione del legale rappresentante dell'impresa, con firma autenticata (in caso di associazioni temporanee di imprese una dichiarazione per ciascuna delle imprese partecipanti all'associazione), nella quale viene attestato che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche dell'ente e secondo i criteri che assicurano la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9001, rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi delle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17050-1:2010 e UNI CEI EN ISO/IEC 17050-2:2005.

Ai sensi del D.M. 3 giugno 1998, le barriere stradali di sicurezza oggetto del presente appalto saranno di

**classe H3 Bordo Ponte, livello di contenimento Lc 460 kJ.**

Tutti i materiali forniti dovranno inoltre rispondere alle normative dettate dalle Norme Armonizzate Europee(UNI) ed essere certificati CE.

Tutti gli elementi metallici della barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235, zincato a caldo nel rispetto della normativa UNI EN 10025-1:2005 e UNI EN 10025-2:2019.

Per quanto qui sopra non riportato si richiama espressamente la circolare del Ministero dei lavori pubblici del 16/05/1996 n° 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale".

Le opere che formano oggetto dell'appalto dovranno essere realizzate tenendo conto, per quanto possibile, delle norme C.N.R.-U.N.I. 10004-10005-10006-10007.

La barriera stradale di sicurezza sarà realizzata in conformità alle norme vigenti in materia.

**L'impresa aggiudicataria è tenuta a produrre in originale o copia autenticata, idonea certificazione della omologazione della barriera fornita, corrispondente alla classe di contenimento richiesta.**

**Nel caso di non avvenuta omologazione per almeno due barriere stradali di sicurezza per la stessa classe all'atto della stipulazione del contratto, l'Appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo, le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati DD.MM.**

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da Circolare del Ministero LL.PP. del 06.04.2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. all'atto della stipulazione del contratto.

Per quanto concerne le norme tecniche si fa riferimento alle seguenti normative:

Circolare Ministero LL.PP. 11.07.1987 n. 2337

D.M. LL.PP. 18.02.1992 n. 223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego"

Circolare Ministero LL.PP. 9.6.1995 n. 2595

Circolare Ministero LL.PP. 16.5.1996 n. 2357

D.M. LL.PP. 15/10/96 (aggiornamento del D.M. 223/92)

Circolare Ministero LL.PP. 15.10.1996 n. 4622

Circolare Ministero LL.PP. 27.12.1996 n. 5923 (aggiornamento della circolare 2357/96)

Circolare Ministero LL.PP. 9.6.1997 (modifiche alla circolare 5923/96) n. 3107

D.M. LL.PP. 3.06.1998

D.M. LL.PP. 11.06.1999

D.M.LL.PP. 2.08.2001

D.M. LL.PP. 23.12.2002

D.M. Infrastrutture e Trasporti 21.06.2004 N.2367

Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 3533 del 20/09/2005

Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 753 del 02/03/2006

D.M. Infrastrutture e Trasporti 28/6/2011 (Disposizioni sull'uso e installazione dei dispositivi di ritenuta stradale)

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" e successiva circolare esplicativa

Tutti i materiali forniti dovranno inoltre rispondere alle normative dettate dalle Norme Armonizzate Europee(UNI) ed essere certificati CE o, in alternativa, rispettare quanto richiesto al paragrafo 11.1 delle NTC 2018, per i materiali e prodotti che rientrano nel punto C).

### **Art. 53 – Barriere pedonali di sicurezza in legno - (OMISSIS)**



## **CAPO 12) SEGNALETICA STRADALE**

### **Art. 32 – Segnaletica verticale**

#### **Qualità e provenienza dei materiali**

I materiali occorrenti per la produzione dei segnali e dei sostegni formanti oggetto del presente Disciplinare, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere della migliore qualità nelle rispettive loro specie e si intendono accettati solo quando, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno riconosciuti conformi alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato. Ai sensi della Circolare del Ministero LL.PP. n° 2823 del 30/11/93, tutti i cartelli stradali forniti dovranno essere prodotti da Ditte autorizzate.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione, D.P.R. 16/12/92 n° 495 del Codice della Strada approvato con D.Lgs. 30/4/92 n° 285 e ss. mm.

#### **Caratteristiche Generali dei Segnali**

##### **1- Parti metalliche**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni ed alle misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R.16.12.1992 n. 495, e D.P.R. 16.9.96 n° 61 e ss. mm.

nonché al disciplinare tecnico "livelli di qualità delle pellicole retro riflettenti" contenuto nel D.M. del 31/03/95 ed alle successive circolari ministeriali; i segnali saranno costruiti in lamiera di alluminio semicrudo di prima scelta dello spessore non inferiore a 25/10 di mm.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassatura a fondo e quindi sottoposta a procedimento di FOSFO-CROMATIZZAZIONE o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. La lamiera, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciata a fuoco con opportuno smalto sintetico di colore grigio neutro, a finire con cottura a forno con temperature di 140 gradi centigradi.

A tergo di ogni segnale dovrà essere indicata la scritta "A.P. Modena", il Marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale, l'eventuale marchio della ditta che lo fornisce e l'anno di fabbricazione.

L'insieme delle predette annotazioni non può superare la superficie di cmq 200, secondo quanto disposto dall'art. 77 comma 7 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 del C.d.S.).

L'ancoraggio dei segnali ai sostegni dovrà potersi realizzare mediante attacchi speciali universali in alluminio, fissati sulla parte posteriore del segnale tramite chiodatura o saldatura senza che alla fine della lavorazione la facciata del cartello, in pellicola, presenti depressioni o rilievi.

Le frecce direzionali, i preavvisi di bivio, i cartelli per i triangoli di prescrizione del diametro di cm. 90 ed i pannelli segnaletici di curva, perché presentino la necessaria rigidità, dovranno essere rinforzati con traverse in lamiera di alluminio sciolato con sezione ad "U" di lunghezze corrispondenti alle dimensioni dei segnali, saldate o chiodate sul retro dei cartelli; esse dovranno portare attacchi speciali per due o più pali secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Ogni segnale dovrà essere di scatola consistente in una piegatura a 90° del perimetro del cartello, la cui altezza sarà variabile tra i 12 e i 25 mm a seconda delle dimensioni del cartello stesso, così pure per i dischi di qualsiasi diametro. Le frecce direzionali ed i preavvisi di bivio potranno essere muti o con iscrizioni. Per muti si intende che i cartelli non dovranno portare sulla facciata anteriore nessuna scritta o simbolo, pur essendo perfettamente finiti, anche nei bordi e nelle punte, in pellicola rifrangente a pezzo unico. Con iscrizioni, si intendono sia le frecce direzionali che i preavvisi, perfettamente finiti con iscrizioni, simbologie, inserti anche a più colori.

I cippi chilometrici dovranno essere costruiti da due pannelli in lamiera di alluminio spessore 15/10, applicati su di un telaio rettangolare realizzato in lamiera di ferro 10/10 stampata ad "U" di mm. (25x30x25); il sostegno, incorporato mediante saldatura al telaio, dovrà essere costituito da un palo a sezione rettangolare di mm. (50x30) di lamiera in ferro mm. 4, alto cm. 235;

La faccia esterna di ogni pannello interamente ricoperto in pellicola rifrangente di classe 1 o 2, sarà suddivisa in tre zone di cui la prima in alto con fondo bianco, la seconda al centro con fondo blu, la terza in basso con fondo bianco. Sostegno e telaio dovranno essere zincati a caldo per immersione; la pellicola rifrangente impiegata dovrà essere a "pezzo unico" ottenendo pertanto il colore blu con procedimento serigrafico.

##### **1a- Supporti segnaletici in alluminio estruso**

A scelta della D.L. potranno essere impiegati per i segnali di indicazione (frecce, preavvisi) supporti realizzati con profili in lega di alluminio anticorrosione, ottenuti per estrusione. Detti profili, aventi altezza cm. 20, cm. 25, cm. 30, dovranno avere forma, dimensioni, sagoma con le seguenti caratteristiche:

**Spessore:** Per le altezze da cm. 20 e 25 non inferiore a 25/10 di mm su tutto lo sviluppo del profilo. Per l'altezza da cm. 30 non inferiore a 30/10 di mm su tutto lo sviluppo del profilo.

**Rinforzi:** Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "Omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate senza problemi di interesse, anche a sostegni esistenti.

Le suddette profilature dovranno presentare, in corrispondenza del punto di contatto con le staffe, una superficie piana, parallela alla faccia anteriore del supporto, che garantisca la massima aderenza tra staffa e profilo. Per ogni tipo di supporto (H. cm. 20, H. cm. 25, H. cm. 30) la superficie piana di ogni profilatura ad omega, non dovrà essere inferiore a cm. 2 per tutta la lunghezza del profilo. Per i profili da cm. 25 e cm. 30 sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

**Giunzioni:** Ogni profilo avrà ricavate lungo i bordi superiore e inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la eventuale sovrapposibilità. Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali dalle norme AISCAT.

Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

**Finiture:** Le targhe realizzate con i profili in alluminio ESTRUSO dovranno essere sottoposte ai necessari trattamenti di decapaggio al fine di consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare e neppure la verniciatura date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione ma soltanto decapaggio e l'applicazione delle scritte come previsto dal presente Art. 4 comma 4 del presente disciplinare.

**Chiusura laterale:** Entrambi i lati verticali delle targhe modulari così realizzate dovranno essere "chiusi" da un apposito profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla finitura in pellicola e sul retro consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffette, alla profilatura ad omega aperto del pannello modulare.

Sia il profilo a "C", che la staffetta di fissaggio saranno realizzati in alluminio estruso, dello stesso tipo impiegato per i pannelli modulari.

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale. Pertanto la larghezza dei bordi sovrapponibili superiori e inferiori di tutte le targhe e frecce in alluminio estruso dovrà essere pari a 16-17 mm.

## 2 - Faccia anteriore.

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, dopo i prescritti trattamenti previsti dal presente art. 4, dovranno essere applicate pellicole retro riflettenti a normale efficienza - Classe 1 o a elevata efficienza - Classe 2, secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art. 79 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.) e dal presente articolo al successivo paragrafo 3.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retro riflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retro riflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retro riflettente.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frecce, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà essere interamente riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che per i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'art. 79 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.).

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dagli artt. 78 e 125 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.).

In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (determinabili come dalla tabella II 16 del C.d.S.) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a mt. 100 ed allo scopo di mantenere un sufficiente potenziale di "bersaglio ottico" e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a 1,50x1,00 Ml.

I segnali da realizzare obbligatoriamente in pellicola ad elevata efficienza (Classe 2) in conformità all'art. 79 Comma 12 del Regolamento d'esecuzione sono, tutti i casi in cui è esplicitamente previsto, e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali permanenti di preavviso e di direzione di nuova installazione (**Figg: 36/37/40/48/52, nonché i segnali di preavviso e di direzione**).

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza (Classe 2) su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità d'esecuzione già sopra descritte relative ai segnali a pezzo unico e a quelli d'indicazione. Quando i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico la Direzione Lavori potrà richiedere la realizzazione della facciata anteriore interamente o parzialmente, con metodo serigrafico, e pezzo unico, qualora valuti che il quantitativo lo giustifichi.

## 3 - Pellicole.

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Min. LL.PP. del 31/03/1995 e dovranno risultare prodotte da Aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI-EN ISO 9001.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo, per ambedue i tipi previsti ai punti 2-3 e 2-4 del Disciplinare tecnico summenzionato e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 dello stesso.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di Classe 1 e Classe 2) sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale. Sui campioni presentati e parimenti sui segnali oggetto della fornitura, la grafica dovrà essere nitida e precisa, le pellicole non dovranno presentare ombreggiature, screpolature o zone di opacità e l'adesione al supporto dovrà essere perfetta, senza bolle d'aria o frastagliature sui bordi.

## Definizioni

### **3.1 Pellicole di Classe 1**

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni

### **3.2 Pellicole di Classe 2**

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni

### **3.3 Pellicole di Classe 2 Speciali**

Ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la Classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 di cui al Cap. 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 30/03/95 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- 1) segnaletica che per essere efficiente richiede una maggior visibilità alle brevi e medie distanze.
- 2) segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo.
- 3) strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti.
- 4) strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti debbono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMINAZIONE	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5	80	65	20	10	4
1°	30	50	40	13	5	2,5
	40	15	13	5	2	1

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMINAZIONE	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5	20	16	5	2,5	1
1,5°	30	10	8	2,5	1	0,5
	40	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31/03/95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti deve essere accluso, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dal D.M. 31/03/95 nella documentazione di ogni ditta concorrente come richiesto dalla normativa.

Potrà essere richiesto inoltre che tale pellicola sia dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25° C. (venticinque gradi). La misurazione si intende effettuata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22° C.

In tale caso le caratteristiche dovranno essere attestate con certificato di prova di cui sopra.

#### 4 - Sostegni per segnali in acciaio.

I sostegni saranno in ferro tubolare Ø 48, Ø 60 e Ø 90 mm zincati a caldo per immersione secondo norme U.N.I. Lo spessore sarà dimensionato in modo da garantire la massima stabilità del gruppo segnaletico ivi apposto anche in presenza di raffiche di vento sino alla velocità di 150 Km/h. I sostegni di qualsiasi diametro e lunghezza dovranno essere forniti completi di spinotto di ancoraggio alla base e tappo di chiusura alla sommità.

#### 5 - Staffe in lega di alluminio per il fissaggio dei sostegni.

Dovranno offrire le massime garanzie di durata e di inalterabilità nel tempo senza alcun intervento manutentivo. Le staffe in lega di alluminio dovranno essere adatte ai sostegni tubolari di diametro 48 mm, 60 mm, 90 mm, o a sostegni a "C"; la bulloneria fornita a corredo dovrà essere realizzata pure in lega di alluminio o in acciaio inox a discrezione della D.L. per evitare fenomeni di corrosione dovuti alla corrente galvanica. Le suddette staffe dovranno essere del tipo ad "omega" o piatte con 2 bulloni. Non saranno accettate staffe in lega di alluminio del tipo ad un bullone.

#### 6 - Garanzie.

La Ditta dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto di seguito specificato:

1. Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente:
  - a) A normale efficienza - Classe 1  
Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
  - b) Ad elevata efficienza - Classe 2  
Mantenimento dei valori fotometrici entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.
2. Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specifiche di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.
3. Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi, decolorazioni od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale.
4. Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

Saranno pertanto effettuate, a totale cura e spesa della Ditta Aggiudicataria, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che abbiano a deteriorarsi, alterarsi o deformarsi per difetto dei materiali, di lavorazione e di costruzione, entro un periodo di 5 anni dalla data di consegna del materiale per i segnali in pellicola a normale efficienza - Classe 1 e di 7 anni per i segnali ad elevata efficienza - Classe 2.

Negli anni successivi rimarrà a carico dell'Amministrazione acquirente una quota parte del costo del segnale come sotto specificato:

Segnali in pellicola a normale efficienza Classe 1		Segnali in pellicola ad elevata efficienza Classe 2	
ANNI DI GARANZIA	QUOTA A CARICO DELL'ENTE	ANNI DI GARANZIA	QUOTA A CARICO DELL'ENTE
6	50%	8	50%
7	60%	9	60%
		10	70%

La Ditta è tenuta a sostituire entro 30 giorni, a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della D.L. o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni; è altresì tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla D.L. presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

#### Norme per la misurazione dei segnali

L'area dei pannelli di qualsiasi forma e consistenza sarà misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, esclusi i risvolti costituenti la scatolatura.

Le misure dei cartelli e dei sostegni sono soggette alle tolleranze previste dalle norme U.N.I.

### **Art. 33 – Segnaletica orizzontale**

#### **Caratteristiche della vernice per segnaletica orizzontale**

##### A) Caratteristiche generali

Le vernici devono essere del tipo rifrangente premiscelato, contenente sfere di vetro, miscelate durante il processo di fabbricazione, in modo da garantire una efficiente funzionalità notturna.

Le vernici devono essere pronte per l'uso, della consistenza necessaria per la spruzzatura e corrispondere alle norme previste nella legge n.245 del 05/03/1963.

##### B) Condizioni per la stabilità

Il pigmento colorato della vernice bianca dovrà essere costituito da biossido di titanio, e da cromato di piombo per la vernice gialla.

Il liquido portante deve essere di tipo oleo-resinoso, con parte resinosa sintetica e recante l'indicazione del fornitore riguardante il contenuto del solvente.

Le vernici non dovranno assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da provocare la formazione di macchie; la composizione chimica dovrà preservarle da inquinamenti di sostanze bituminose, anche nei mesi estivi, in normali condizioni della pavimentazione stradale medesima.

Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mg/kg. (A.S.T.M. - D - 1738) ed il suo peso specifico dovrà essere compreso fra 1,6 e 1,8 kg/litro, filtro a 25°C (A.S.T.M. - D - 1473).

##### C) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità, di bolle d'aria, ed avere forma sferica almeno per il 90% del peso totale, con esclusione di elementi ovali, e non essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,5 determinato con il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide tamponate a pH. 5 - 5,3 o di soluzione di cloruro di calcio o di sodio.

Il peso delle sfere di vetro contenute nella vernice dovrà essere compreso fra il 30 e il 40%, e soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche granulometriche:

- perline passanti al setaccio n.70 = 100%
- perline passanti al setaccio n.140 = 15-55%
- perline passanti al setaccio n.230 = 0-14%

##### D) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà risultare consistente e piena nelle linee della larghezza richiesta.

La quantità del diluente dovrà essere compresa tra il 4 e il 6 % del peso complessivo della vernice.

##### E) Tempo di essiccamento

La vernice dovrà asciugare entro 30-45 minuti, dall'applicazione di una linea avente la larghezza di cm.12 (dodici) sulla pavimentazione stradale in condizioni atmosferiche normali con temperatura dell'aria compresa fra 15°C e 40°C ed umidità relativa inferiore al 70%, trascorsi i quali la vernice non si dovrà staccare, subire deformazioni o scolorire sotto l'azione delle ruote di gomma degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. - D - 711 - 55.

##### F) Viscosità

La vernice dovrà avere una consistenza adeguata, misurata nel modo seguente:

- con Stormer Viscosimeter a 25°C, ed espressa in unità Krebe compresa fra 70 e 90 (A.S.T.M. - M - 562), ovvero misurata in coppa F.8 a 20°C, compresa tra 18 e 22 sec.

##### G) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La determinazione del colore avverrà in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

La vernice bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertato con opportuna attrezzatura. Il colore, ad applicazione avvenuta dovrà conservarsi nel tempo. Per determinare tale conservazione, che potrà essere richiesta dalla D.L. in qualunque momento, prima del collaudo, occorrerà l'opportuna analisi in laboratori.

##### H) Residuo

Il peso del residuo non volatile sarà compreso fra il 75 e l'85%, sia per la vernice bianca che per la vernice gialla.

##### I) Contenuto del pigmento

Il contenuto del biossido di titanio (v. bianca) non dovrà essere inferiore al 12% del peso totale, ed il peso del cromato di piombo (v. gialla) non inferiore all'8%.

#### L) Resistenza ai carburanti e lubrificanti

La vernice spruzzata dovrà resistere all'azione dei lubrificanti e carburanti di ogni tipo, risultandone insolubile ed inattaccabile.

#### Prove dei materiali della segnaletica orizzontale

In correlazione a quanto prescritto in precedenza, riguardante la qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione, l'Impresa è obbligata ad assumersi tutti gli oneri e le spese necessarie per il prelevamento, ed esperimento delle analisi di laboratorio, dei campioni in duplice esemplare, che munito di sigillo e firmato dal Direttore dei Lavori, verrà conservato nei modi adatti a garantirne l'autenticità.

#### Esecuzione dei lavori di segnaletica orizzontale

La vernice usata per la segnaletica orizzontale sarà rifrangente, ad alta resistenza all'uso ed a forte luminosità notturna.

Le verniciature dovranno essere eseguite con quantitativi di vernice compresa fra kg. 0,7 e 0,9 per metro quadrato, in relazione alle caratteristiche di rugosità della pavimentazione stradale.

La Provincia si riserva di controllare e verificare, con il personale preposto alla sorveglianza, la quantità di vernice che verrà impiegata. Nelle verniciature di primo impianto dovrà essere usato il quantitativo massimo sopraindicato.

Le linee saranno bianche o gialle, continue o tratteggiate con modulo vuoto-pieno di mt. 5,50 -3,00 salvo diverse prescrizioni del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada e diverse disposizioni della D.L.

Le strisce dovranno risultare omogenee e di uniforme intensità notturna, fino all'ultimazione delle operazioni di collaudo.

La segnaletica orizzontale sarà eseguita con macchina a spruzzo da una squadra particolarmente attrezzata e dotata di coni protettivi per la segnaletica eseguita e dei segnali per la regolamentazione del transito e per l'esecuzione dei lavori.

La segnaletica orizzontale dovrà essere conforme alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e del Regolamento di attuazione vigente con D.P.R. n.495 del 16.12.92.

I cantieri per l'esecuzione dei lavori dovranno essere regolarmente segnalati, a cura e spese dell'Impresa, in conformità a quanto prescritto dall'art.21 del N.C.d.S. e degli artt. dal 30 al 42 del regolamento di attuazione.

#### Danni di forza maggiore alla segnaletica orizzontale

I danni dipendenti da cause di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dall'art.24 del Capitolato Generale e dall'art.25 del Regolamento 25.05.1895 n.350.

I danni prodotti alla segnaletica orizzontale dalla pioggia, dalla neve, dal gelo, e dal transito, non verranno considerati danni di forza maggiore.

I danni causati da applicazioni eseguite in sfavorevoli condizioni atmosferiche o su pavimentazioni umide, non verranno considerati in causa di forza maggiore, e dovranno essere riparate a cura e spese dell'Impresa.

La segnaletica orizzontale che non dovesse risultare in perfetto stato e conservarsi tale fino al collaudo, dovrà essere rifatta a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa non sarà ritenuta responsabile dei danni subiti dalla segnaletica orizzontale, causati da affioramenti di bitume, dal distacco di materiale litoide e da ammaloramenti della pavimentazione.