



Comune di Isola del Cantone

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
ING. SERGIO BRIZZOLARA & ING. STEFANO STURLA
via Cap. Renato Orsi, 31/20
16043 Chiavari (GE)
P.I.V.A. e C.F.: 01455710994
☎ +39 0185 370127
☎ +39 0185 368280
✉ b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it
dott. ing. Sergio Brizzolara
dott. ing. Stefano Sturla



*intervento di demolizione del ponte esistente, successiva costruzione
di nuovo ponte sul torrente Vobbia per collegamento
alla frazione Noceto e relativi raccordi arginali a monte
e valle del ponte medesimo per entrambe le sponde*

PROGETTO ESECUTIVO

(D.Lgs. n° 36/2023 – art. 41 + allegato I.7)

– CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

TAV. **D-11**

SCALA

STABS 1056

			<u>il Responsabile del Procedimento</u>
01	30 ottobre 2025	verifica progetto	
	ottobre 2025	prima emissione	
REV.	data	motivazione	



COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE

***INTERVENTO DI DEMOLIZIONE DEL PONTE ESISTENTE, SUCCESSIVA
COSTRUZIONE DI NUOVO PONTE SUL TORRENTE VOBBIA PER
COLLEGAMENTO ALLA FRAZIONE NOCETO E RELATIVI RACCORDI
ARGINALI A MONTE E VALLE DEL PONTE MEDESIMO PER ENTRAMBE
LE SPONDE***

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

I PROGETTISTI

Ing. Sergio Brizzolara

Ing. Stefano Sturla



INDICE

PARTE I - DEFINIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO	5
CAPO I – DEFINIZIONE DELL'APPALTO	5
Art. 1. Oggetto dell'appalto	5
Art. 2. Importo a base di gara.....	5
Art. 3. Categorie di opere - Requisiti di qualificazione e subappalti	6
Art. 4. Gruppi di categorie omogenee di lavori	8
Art. 5. Revisione prezzi.....	9
CAPO II – DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	10
Art. 6. Consegna dei lavori.....	10
Art. 7. Programma di esecuzione dei lavori	11
Art. 8. Termini per l'esecuzione e l'ultimazione dei lavori	12
Art. 9. Gestione dei sinistri e dei danni	13
Art. 10. Modifiche, variazioni e varianti contrattuali	14
CAPO III – CONTROLLO TECNICO-AMMINISTRATIVO E CONTABILE	17
Art. 11. Disposizioni generali.....	17
Art. 12. Contabilizzazione dei lavori	17
Art. 13. Riserve.....	17
CAPO IV – NORME DI SICUREZZA	19
Art. 14. Oneri di sicurezza generali.....	19
Art. 15. Piani di sicurezza.....	19
CAPO V – ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'ESECUTORE.....	20
Art. 16. Oneri di carattere generale.....	20
Art. 17. Oneri e obblighi a carico dell'esecutore prima di stipulazione e consegna lavori.	20
Art. 18. Oneri e obblighi a carico dell'esecutore dopo la consegna dei lavori	21
Art. 19. Obblighi speciali a carico dell'esecutore	24
Art. 20. Sistema qualità	25
Art. 21. Lavorazioni in garanzia	25

PARTE II - DESCRIZIONE DELLE OPERE	27
Art. 22. Generalità	27
Art. 23. Prezzari di riferimento	29
PARTE III - PRESCRIZIONI TECNICHE	30
Art. 24. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione	30
Art. 25. Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori	31
Art. 26. Norme generali.....	31
PARTE IV - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	44
Art. 27. Accettazione in generale	44
Art. 28. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali.....	44
Art. 29. Impiego di materiali o componenti di minor pregio	44
Art. 30. Norme di riferimento e marcatura CE.....	44
Art. 31. Provvista dei materiali.....	45
Art. 32. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	45
Art. 33. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	45
Art. 34. Materiali e prodotti per uso strutturale.....	45
Art. 35. Materiali per la formazione di calcestruzzi.....	46
Art. 36. . Acciaio da armatura per cemento armato	47
Art. 37. Acciaio per strutture metalliche ed altri impieghi.....	47
Art. 38. Guaina bituminosa impermeabilizzante	47
Art. 39. Appoggi strutturali.....	48
Art. 40. Giunti di dilatazione per pavimentazioni	48
Art. 41. Materiali per pavimentazioni stradali.....	48
Art. 42. Tubi in acciaio per micropali.....	52
Art. 43. Scogliera di pietrame.....	52
PARTE V - MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI	53
Art. 44. Tracciamenti.....	53
Art. 45. Scavi e rilevati in genere	53

Art. 46.	Rilevati compattati	55
Art. 47.	Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame	56
Art. 48.	Scavi di sbancamento	57
Art. 49.	Scavi di fondazione	57
Art. 50.	Armature e sbadacchiature speciali per gli scavi di fondazione	58
Art. 51.	Paratie o casseri in legname per fondazioni	58
Art. 52.	Micropali	58
Art. 53.	Posa in opera del calcestruzzo	73
Art. 54.	Posa in opera dell'acciaio d'armatura	77
Art. 55.	Opere strutturali in carpenteria metallica.....	80
Art. 56.	Bulloneria	91
Art. 57.	Esecuzione di saldature	95
Art. 58.	Varo del ponte.....	99
Art. 59.	Posa in opera della guaina bituminosa impermeabilizzante.....	99
Art. 60.	Posa in opera degli appoggi strutturali	100
Art. 61.	Posa in opera dei giunti della pavimentazione	101
Art. 62.	Posa in opera della pavimentazione stradale	101
Art. 63.	Demolizioni.....	103
Art. 64.	Scogliere	104
Art. 65.	Barriere stradali e opere accessorie.....	105
Art. 66.	Segnaletica stradale	109

PARTE I - DEFINIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO

CAPO I – DEFINIZIONE DELL'APPALTO

Art. 1. Oggetto dell'appalto

L'oggetto dell'appalto a misura consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione di: **intervento di demolizione del ponte esistente, successiva costruzione di nuovo ponte sul torrente Vobbia per collegamento alla frazione Noceto e relativi raccordi arginali a monte e valle del ponte medesimo per entrambe le sponde.**

Sono quindi 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 dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo, con i relativi allegati, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'esecutore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Art. 2. Importo a base di gara

L'importo a base dell'affidamento per l'esecuzione delle lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza) è sintetizzato come segue:

A) Importo a base di gara	€ 1.966.117,19
B) Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 31.882,81
A) + B) Importo complessivo	€ 1.998.000,00

L'importo a base di gara comprende i costi della manodopera pari a € **319.343,39** individuati e scorporati nel progetto esecutivo ai sensi dell'art. 41, comma 14 del Codice, sulla base del contratto collettivo nazionale codice F012 - CCNL per i lavoratori dipendenti delle imprese edili ed affini e delle Cooperative sia per le lavorazioni di cui alla categoria prevalente OG3 sia per le lavorazioni di cui alla categoria scorporabile OG8 con incidenza pari al 41,17% del valore complessivo dell'opera.

Resta ferma la possibilità per l'operatore economico di dimostrare che il ribasso complessivo dell'importo deriva da una più efficiente organizzazione aziendale.

Tutti i valori in cifra assoluta indicati nei documenti progettuali della stazione appaltante devono intendersi I.V.A. esclusa, ove non diversamente specificato.

I suddetti importi di cui sopra, suddivisi per categorie omogenee, sono specificatamente indicati nella Tabella B del presente Capitolato.

In particolare si precisa che, nella formulazione dei suddetti importi si è considerato che:

- gli oneri della sicurezza sono comprensivi anche dei costi derivanti dall'attuazione delle disposizioni contenute nel Documento Unico Valutazione Rischi
- le lavorazioni sono compensate mediante relative voci di prezzo del Prezzario Regionale delle Opere Pubbliche edizione "2025" della Regione Liguria .Per le altre lavorazioni previste in progetto, e non comprese nel prezzario di riferimento, si è provveduto alla redazione di nuovi prezzi analizzati, sulla base di valutazioni del progettista con riferimento a listini ed offerte fornitori . Nella formulazione dei nuovi prezzi si è comunque fatto riferimento al Prezzario Regionale delle Opere Pubbliche edizione "2025" della Regione Liguria per quanto concerne le spese generali. l'utile d'impresa e la manodopera, pertanto l'esecutore non potrà per questi motivi chiedere maggiori compensi.

Sono a carico dell'esecutore, intendendosi remunerati con il corrispettivo contrattuale, tutti gli oneri, i rischi e le spese relative alla prestazione delle attività e dei servizi oggetto del contratto, ivi comprese tutte le attività necessarie per apportare le integrazioni, modifiche e gli adeguamenti richiesti dal RUP e/o dal Committente, nell'ambito dell'oggetto contrattuale, prima dell'approvazione del progetto, anche derivanti da osservazioni di altri soggetti pubblici legittimati (quali ad esempio conferenza dei servizi e civiche amministrazioni).

Sono altresì a carico dell'esecutore, intendendosi remunerati con il corrispettivo contrattuale, ogni attività e fornitura che si rendesse necessaria per l'esecuzione delle prestazioni contrattuali, o, comunque, opportuna per un corretto e completo adempimento delle obbligazioni previste, ivi compresi quelli relativi ad eventuali spese di viaggio, vitto e alloggio per il personale addetto alla esecuzione contrattuale, nonché ai connessi oneri assicurativi, le spese postali e telefoniche, la riproduzione e l'invio dei documenti progettuali (elaborati grafici, fotografici e descrittivi) al RUP, il tempo necessario per l'illustrazione del progetto nell'ambito di presentazioni ufficiali, conferenze di servizi, procedure amministrative, per l'acquisizione di pareri e autorizzazioni di qualunque genere anche in corso d'opera.

Si evidenzia che le imprese ed i lavoratori autonomi che opereranno nel cantiere relativo ai lavori in **oggetto devono possedere, ai fini dell'esecuzione, la patente in formato digitale**, secondo le modalità di cui al Decreto del Ministero del Lavoro e delle politiche sociali n.132 del 18 settembre 2024 recante **"Regolamento relativo all'individuazione delle modalità di presentazione della domanda per il conseguimento della patente per le imprese e i lavoratori autonomi operanti nei cantieri temporanei o mobili"**.

Art. 3. Categorie di opere - Requisiti di qualificazione e subappalti

Al fine di individuare i requisiti di cui all'articolo 100, comma 4, del D.lgs. 36/2023 in conformità all'Allegato II.12. dello stesso e dei decreti ministeriali vigenti, nella tabella seguente sono individuate le seguenti categorie di opere:

Tabella A - Quadro riepilogativo Categorie di opere – Prevalente e Scorporabili

A) I lavori della categoria prevalente sono i seguenti:

Lavorazioni dell'appalto			Classifica	Qualific. Obblig. (SI/NO)	Importo (€)	% sul valore complessivo dell'opera	Incidenza % manodopera
categoria		descrizione categoria					
1	OG3	Strade, autostrade, ponti, viadotti e relative opere complementari	III	SI	922.476,60	46,17	13,76

B) I lavori delle categorie scorporabili sono i seguenti:

Lavorazioni dell'appalto			Classifica	Qualific. Obblig. (SI/NO)	Importo (€)	% sul valore complessivo dell'opera	Incidenza % manodopera
categoria		descrizione categoria					
2	OG8	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	III	SI	822.576,60	41,17	15,97
3	OS21	Opere strutturali speciali	I	SI	252.946,80	12,66	24,13

In fase esecutiva le lavorazioni possono essere realizzate dall'esecutore, direttamente in caso di partecipazione in forma singola, o tramite un'impresa del raggruppamento in possesso delle relative qualificazioni, nel caso di associazione temporanea. In sede di gara devono essere obbligatoriamente indicate le lavorazioni che si intende subappaltare.

In conformità alle disposizioni di cui all'art. 119 comma 1 del Dlgs. 36/2023 l'appaltatore dovrà comunque garantire la prevalente esecuzione delle lavorazioni relative alla categoria prevalente.

In particolare devono essere realizzate direttamente dall'appaltatore le seguenti lavorazioni appartenenti alla categoria prevalente OG3:

- 100% delle seguenti attività:

- voce 1/1: art. PZ.CARP.ACCIAIO - Provvista e posa in opera di travature per impalcato da ponte in acciaio autoprotetto COR-TEN.....
- voce 20/39: art. ANAS.B.07.005.a - Apparecchio di appoggio tipo fisso a disco elastomerico confinato.....
- voce 21/40: art. ANAS.B.07.007.a - Apparecchio di appoggio tipo unidirezionale a disco elastomerico confinato.....

Il totale delle lavorazioni di cui sopra risulta pari ad € 480.777,93, ovvero il 52,12% (valore arrotondato alla seconda cifra decimale) della categoria prevalente OG3.

In conformità alle disposizioni di cui all'articolo 119 comma 2 del Dlgs 36/2023 e s.m.i., i contratti di subappalto sono stipulati, in misura non inferiore al 20 per cento delle prestazioni subappaltabili, con piccole e medie imprese, come definite dall'articolo 1, comma 1, lettera o) dell'allegato I.1.

Gli operatori economici possono indicare nella propria offerta una diversa soglia di affidamento delle prestazioni che si intende subappaltare alle piccole e medie imprese per ragioni legate all'oggetto o alle caratteristiche delle prestazioni o al mercato di riferimento.

In conformità alle disposizioni di cui all'articolo 119 comma 12 del Dlgs 36/2023 e s.m.i., il subappaltatore, per le prestazioni affidate in subappalto, è tenuto ad applicare il medesimo contratto collettivo di lavoro del contraente principale, ovvero un differente contratto collettivo, purché garantisca ai dipendenti le stesse tutele economiche e normative di quello applicato dall'appaltatore, qualora le attività oggetto di subappalto coincidano con quelle caratterizzanti l'oggetto dell'appalto oppure riguardino le prestazioni relative alla categoria prevalente.

Nei casi di cui all'articolo 11, comma 2-bis del Dlgs 36/2023 e s.m.i., il subappaltatore, per le prestazioni affidate in subappalto, è tenuto ad applicare il contratto collettivo di lavoro individuato ai sensi del medesimo articolo 11, comma 2-bis, ovvero un differente contratto collettivo, purché garantisca ai dipendenti le stesse tutele economiche e normative del contratto individuato ai sensi del predetto comma 2-bis.

L'affidamento in subappalto è possibile esclusivamente ad imprese in possesso delle relative qualificazioni.

L'affidamento in subappalto o a cottimo è sottoposto alle condizioni indicate all'art. 119 del D.lgs. 36/2023

Ai sensi dell'art. 119, comma 17 del D.lgs. 36/2023 le prestazioni o lavorazioni di cui alla Tabella A, **non possono formare oggetto di ulteriore subappalto**, in ragione delle specifiche caratteristiche dell'appalto e dell'esigenza, tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare, di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro o di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori oppure di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali.

Ai fini della qualificazione, qualora l'importo del subappalto sia superiore a € 150.000,00, il subappaltatore deve essere in possesso dell'attestato di qualificazione, qualora l'importo di importo inferiore a € 150.000,00 gli operatori economici possono dimostrare la qualificazione anche ai sensi dell'art. 28 dell'allegato II.12 del D.lgs. 36/2023.

Nei casi previsti all'art. 119 comma 11 del D.lgs. 36/2023 la stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore o ai titolari di sub-contratti non costituenti subappalto l'importo dovuto per le prestazioni eseguite dagli stessi, nei limiti del contratto di subappalto. In questo caso gli affidatari comunicano alla stazione appaltante la parte delle prestazioni eseguite dal subappaltatore o dai titolari di sub-contratti non costituenti subappalto, con la specificazione del relativo importo e con proposta motivata di pagamento.

Le attività maggiormente esposte a rischio di infiltrazione mafiosa, ai sensi dell'articolo 1, comma 53 della legge 6 novembre 2012, n. 190, sono così individuate pertanto l'esecutore delle lavorazioni di sotto specificate dovrà necessariamente possedere l'iscrizione alla "White List":

- estrazione, fornitura e trasporto di terra e materiali inerti;
- fornitura di ferro lavorato;
- confezionamento, fornitura e trasporto di calcestruzzo e di bitume;
- noli a freddo di macchinari;
- noli a caldo;

Si precisa che nelle lavorazioni non subappaltabili della categoria prevalente OG3 rientrano alcune attività ricomprese nelle elencate attività maggiormente esposte a rischio di infiltrazione mafiosa.

Pertanto l'appaltatore deve necessariamente possedere l'iscrizione alla "White list" in quanto trattasi di requisito di partecipazione.

Art. 4. Gruppi di categorie omogenee di lavori

I gruppi di lavorazioni omogenee sono indicati nella tabella B di seguito riportata.

La forma e le principali dimensioni delle opere che rappresentano l'oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati di progetto che fanno parte integrante del contratto.

Le opere di cui al presente articolo sono più estesamente descritte nella PARTE II del Capitolato Speciale di Appalto.

Tabella B - Quadro riepilogativo Gruppi di Categorie omogenee e Quadro incidenza Mano d'opera

n°	Tipologie categorie (e sottocategorie) omogenee dei lavori	Totali per categorie	
		Importo (euro)	% su totale appalto
1	TOL 4: movimento terra, demolizioni, ingegneria naturalistica, opere a verde	134.994,61	6,76
2	TOL 5: pavimentazioni in conglomerato bituminoso	26.960,12	1,35
3	TOL 6: strutture e manufatti in acciaio	638.996,42 (comprendenti i 480.777,93 € non subappaltabili come da art. 3 CSA)	31,98
4	TOL 7: strutture e manufatti in calcestruzzo armato, anche prefabbricato	237.824,27	11,90
5	TOL 12: opere marittime, fluviali e di difesa suolo	421.401,99	21,09
6	TOL 19: opere di fondazione speciale, indagini geologiche e geotecniche	248.992,02	12,46
7	TOL 20: conferimento rifiuti a impianto di smaltimento o recupero	256.947,76	12,86
8	COSTI SPECIALI SICUREZZA	31.882,81	1,60
	TOTALE LAVORAZIONI	1.998.000,00	100,00
	TOTALE A BASE DI GARA	1.966.117,19	

Il costo della manodopera, stimato in € 319.343,39, è stato così determinato:

- per le voci di lavorazioni previste dal Prezzario Regione Liguria 2025 applicando le percentuali di manodopera riportate su ogni voce, come indicato sul Computo Metrico Estimativo;
- per le voci di manodopera pura sono stati applicati i prezzi orari previsti dal Prezzario Regionale per le diverse figure (edili, impiantisti), come indicato sul Computo Metrico Estimativo;
- per le voci di lavorazioni non presenti dal Prezzario Regionale la quota parte di manodopera è stata stimata in base ad un'analisi prezzi.
- i prezzi previsti dal Prezzario Regionale comprendono la retribuzione contrattuale, le spese generali e gli utili di impresa.

Art. 5. Revisione prezzi

In conformità all'art. 60 e dell'allegato II.2 bis del D.lgs 36/2023 s.m.i., qualora, nel corso del periodo di validità del contratto, si verificano particolari condizioni di natura oggettiva che determinano una variazione del costo dell'opera in aumento o in diminuzione superiore al 3 per cento dell'importo complessivo, opera la revisione dei prezzi nella misura del 90 per cento del valore eccedente la variazione del 3 per cento applicata alle prestazioni da eseguire.

A decorrere dalla data di pubblicazione del provvedimento del Ministero dell'infrastrutture e dei trasporti, sentito l'ISTAT, ai sensi dell'art. 60 comma 4 del d.lgs 36/2023 s.m.i., il progettista individua, sull'importo complessivo del progetto, quale risultante dal provvedimento di aggiudicazione, l'indice sintetico revisionale, quale media ponderata degli indici selezionati tra quelli individuati con provvedimento adottato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, sentito l'Istat, ai sensi dell'art. 60 comma 4 del codice, sulla base di tipologie omogenee di lavorazioni di cui alla tabella A acclusa all'allegato II 2 bis al codice, tenuto conto delle lavorazioni poste a base di gara.

Il valore di riferimento per il calcolo dell'indice sintetico è quello dell'indice revisionale relativo al mese del provvedimento di aggiudicazione.

Ai sensi dell'art. 3 comma 1 dell'allegato II.2 bis D.lgs 36/2023 s.m.i., la Stazione Appaltante monitora l'andamento degli indici con cadenza non superiore a quella degli aggiornamenti come definiti con i successivi decreti del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nelle more dell'adozione del provvedimento di cui all'art. 60 comma 4 del d.lgs 36/2023 s.m.i., trova applicazione la disciplina transitoria contenuta nell'art. 5 dello schema di contratto.

CAPO II – DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 6. Consegna dei lavori

Il Responsabile Unico del Progetto autorizza il direttore dei lavori alla consegna dei lavori solo dopo che il contratto è divenuto efficace, salvo nei casi di urgenza di cui all'art. 17, comma 8, del D.lgs.36/2023, in cui il RUP può autorizzare il direttore dei lavori alla consegna dei lavori subito dopo che l'aggiudicazione definitiva è divenuta efficace.

La consegna dei lavori, fatto salvo i casi d'urgenza, **dovrà avvenire entro 45 giorni** dalla data di stipula del contratto, previa convocazione dell'esecutore.

Il direttore dei lavori comunica con un congruo preavviso all'esecutore il giorno e il luogo in cui deve presentarsi, munito del personale idoneo, nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto.

All'esito delle operazioni di consegna dei lavori, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono il relativo verbale e da tale data decorre utilmente il termine per il compimento dei lavori.

Il direttore dei lavori trasmette il verbale di consegna sottoscritto dalle parti al RUP.

Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

Qualora l'esecutore non si presenti, senza giustificato motivo, nel giorno fissato dal direttore dei lavori per la consegna, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta, oppure, di fissare una nuova data per la consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per causa imputabile alla stazione appaltante, l'esecutore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, ma in corpo/misura non superiore ai limiti indicati ai di cui ai commi 12 e 13 dell'articolo 3 dell'Allegato II.14–del D.lgs.36/2023 e s.m.i.

Ove l'istanza dell'esecutore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, lo stesso ha diritto ad un indennizzo per i maggiori oneri dipendenti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono stabilite al comma 14 dell'articolo 3 dell'Allegato II.14 del D.lgs.36/2023 e s.m.i.

La facoltà della stazione appaltante di non accogliere l'istanza di recesso dell'esecutore non può esercitarsi, con le conseguenze sopraindicate, qualora il ritardo nella consegna dei lavori superi la metà del termine utile contrattuale o comunque sei mesi complessivi.

Oltre alle somme espressamente previste nei commi precedenti, nessun altro compenso o indennizzo spetta all'esecutore.

Il direttore dei lavori può prevedere la consegna parziale dei lavori in relazione alla natura degli stessi ovvero nei casi di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili; in quest'ultimo caso l'esecutore è tenuto a presentare, a pena di decadenza dalla possibilità di iscrivere riserve per ritardi, un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

Realizzati i lavori previsti dal programma, qualora permangano le cause di indisponibilità si applica la disciplina relativa alla sospensione dei lavori.

Nel caso di consegna parziale la data di consegna a tutti gli effetti di legge è quella dell'ultimo verbale di consegna parziale redatto dal direttore dei lavori.

Nel caso di consegna d'urgenza ai sensi all'art. 17 comma 8 del D.lgs.36/2023 il verbale deve indicare espressamente le lavorazioni che l'esecutore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisoriale; in questo caso l'esecutore dovrà comunque consegnare la documentazione di cui all'art. 15 del presente capitolato.

Contestualmente al verbale di consegna dovrà essere presentato il Programma esecutivo dettagliato dei lavori, prima dell'inizio dei lavori ai sensi del presente art. 6, nel rispetto delle scadenze obbligatorie stabilite dalla Stazione Appaltante e richiamate all'art. 7 del presente Capitolato.

Il direttore dei lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi.

Il processo **verbale di consegna**, redatto in contraddittorio con l'esecutore, deve contenere i seguenti elementi:

- a) le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di corpo/misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;
- b) l'indicazione delle aree, dei locali e delle condizioni di disponibilità dei mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori dell'esecutore, nonché l'ubicazione e la capacità delle cave e delle discariche concesse o comunque a disposizione dell'esecutore;
- c) la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori;

Nel caso in cui siano riscontrate differenze fra le condizioni locali e il progetto esecutivo, non si procede alla consegna e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al RUP, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione del progetto esecutivo e delle successive verifiche, proponendo i provvedimenti da adottare.

Il responsabile del progetto, acquisito il benestare del dirigente competente, cui ne avrà riferito, nel caso in cui l'importo netto dei lavori non eseguibili per effetto delle differenze riscontrate sia inferiore al quinto dell'importo netto di aggiudicazione e sempre che la eventuale mancata esecuzione non incida sulla funzionalità dell'opera o del lavoro, dispone che il direttore dei lavori proceda alla consegna parziale, invitando l'esecutore a presentare, entro un termine non inferiore a trenta giorni, il programma di esecuzione.

Qualora l'esecutore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi rispetto a quello previsto in progetto, deve formulare riserva sul verbale di consegna.

Qualora, per l'estensione delle aree o dei locali, o per l'importanza dei mezzi d'opera, occorra procedere in più luoghi e in più tempi ai relativi accertamenti, questi fanno tutti parte integrante del processo verbale di consegna.

Nel caso di subentro di un esecutore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il direttore dei lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli esecutori per accertare la consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo esecutore deve assumere dal precedente, e per indicare le indennità da corrispondersi.

Qualora l'esecutore sostituito nell'esecuzione dell'appalto non intervenga alle operazioni di consegna, oppure rifiuti di firmare i processi verbali, gli accertamenti sono fatti in presenza di due testimoni ed i relativi processi verbali sono dai medesimi firmati assieme al nuovo esecutore.

Trascorso inutilmente e senza giustificato motivo il termine per la consegna dei lavori assegnato dal direttore dei lavori al nuovo esecutore, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

Art. 7. Programma di esecuzione dei lavori

Prima dell'inizio dei lavori l'esecutore ha l'obbligo di presentare il programma di esecuzione dei lavori, in cui siano graficamente rappresentate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Il programma deve essere coerente con il cronoprogramma predisposto dalla stazione appaltante, con l'offerta presentata in sede di gara e con le obbligazioni contrattuali.

Il programma deve essere approvato dalla direzione lavori e dal Responsabile del Progetto, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si pronunci il programma s'intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni evidentemente incompatibili.

Il programma presentato dall'esecutore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori ed 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. 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.

Art. 8. Termini per l'esecuzione e l'ultimazione dei lavori

Il **tempo utile** per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in **giorni 365 (trecentosessantacinque) naturali**, successivi e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori di cui all'articolo precedente e la loro esecuzione dovrà avvenire nel rispetto delle date stabilite e fissate dal *Programma di esecuzione dei lavori presentato dall'esecutore*, di cui all'art. 6 del presente Capitolato.

Nel tempo utile previsto di cui al primo comma, fatto salvo quanto previsto dall'art. 121 del D.lgs. 36/2023, sono compresi anche:

- i tempi necessari all'ottenimento da parte dell'esecutore di tutte le autorizzazioni e/o certificazioni obbligatorie o propedeutiche all'esecuzione dei lavori;
- i giorni di andamento stagionale sfavorevole e degli eventi metereologici;
- l'esecuzione dei lavori in modo irregolare e discontinuo per interferenze eventuali nelle aree limitrofe per cui eventuali interferenze tra i cantieri non costituiranno diritto a proroghe o modifiche alle scadenze contrattuali
- le ferie contrattuali

L'esecutore 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 collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

Al termine delle opere l'esecutore deve **inviare al direttore dei lavori**, tramite Pec o fax, la **comunicazione di intervenuta ultimazione dei lavori**, al fine di consentire allo stesso i necessari accertamenti in contraddittorio.

Nel caso di esito positivo dell'accertamento, il direttore dei lavori rilascia il certificato di ultimazione dei lavori e lo invia al Rup, che ne rilascia copia conforme all'esecutore.

In caso di esito negativo dell'accertamento, il direttore dei lavori, constatata la mancata ultimazione dei lavori, rinvia i necessari accertamenti sullo stato dei lavori al momento della comunicazione dell'esecutore di avvenuta ultimazione degli stessi, con contestuale applicazione delle penali per ritardata esecuzione.

In ogni caso, alla data di scadenza prevista dal contratto, il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'esecutore un **verbale di constatazione sullo stato dei lavori**.

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 sulla 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.

Qualora l'esecutore *non abbia provveduto, contestualmente alla comunicazione di fine lavori, alla consegna di tutte le certificazioni, delle prove di collaudo e di quanto altro necessario al collaudo dei lavori ed all'ottenimento dei certificati di prevenzione incendi, agibilità, ecc.*, il certificato di ultimazione lavori assegnerà all'esecutore un termine non superiore a 15 giorni naturali e consecutivi per la produzione di tutti i documenti utili al collaudo delle opere e/o al conseguimento delle ulteriori certificazioni sopraindicate. Decorso inutilmente detto termine il certificato di ultimazione lavori precedentemente redatto diverrà inefficace, con conseguente necessità di redazione di un nuovo certificato che accerti l'avvenuto adempimento documentale. Resta salva l'applicazione delle **penali** previste nello Schema di Contratto.

Art. 9. Gestione dei sinistri e dei danni

Nel caso in cui nel corso dell'esecuzione dei lavori si verificano sinistri alle persone o danni alle proprietà, il Direttore dei Lavori compila una relazione nella quale descrive il fatto e le presumibili cause e adotta gli opportuni provvedimenti finalizzati a ridurre le conseguenze dannose. Tale relazione è trasmessa senza indugio al Rup.

Restano a carico dell'esecutore, indipendentemente dall'esistenza di adeguata copertura assicurativa:

- a) tutte le misure, comprese le opere provvisorie, e tutti gli adempimenti per evitare il verificarsi di danni alle opere, all'ambiente, alle persone e alle cose nell'esecuzione dell'appalto;
- b) l'onere per il ripristino di opere o il risarcimento di danni ai luoghi, a cose o a terzi determinati da mancata, tardiva o inadeguata assunzione dei necessari provvedimenti.

L'esecutore non può pretendere indennizzi per danni alle opere o provviste se non in caso fortuito o di forza maggiore e nei limiti consentiti dal contratto.

Nel caso di danni causati da forza maggiore l'esecutore ne fa denuncia al Direttore dei Lavori entro cinque giorni dal verificarsi dell'evento, a pena di decadenza dal diritto all'indennizzo.

Al fine di determinare l'eventuale indennizzo al quale può avere diritto l'esecutore, spetta al Direttore dei Lavori redigere processo verbale alla presenza di quest'ultimo, accertando:

- a) lo stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;
- b) le cause dei danni, precisando l'eventuale caso fortuito o di forza maggiore;
- c) la eventuale negligenza, indicandone il responsabile, ivi compresa l'ipotesi di erronea esecuzione del progetto da parte dell'appaltatore;
- d) l'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del Direttore dei Lavori;
- e) l'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni.

L'esecutore non può sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne che nelle parti ove lo stato dei luoghi debba rimanere inalterato per provvedere all'accertamento dei fatti e previo accertamento e ordine del Responsabile del Procedimento.

L'indennizzo per i danni è limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione, valutati ai prezzi e alle condizioni di contratto, con esclusione dei danni e delle perdite di materiali non ancora posti in opera, nonché delle opere provvisorie e dei mezzi dell'esecutore.

Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'esecutore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.

Art. 10. Modifiche, variazioni e varianti contrattuali

Il direttore dei lavori fornisce al RUP l'ausilio necessario per gli accertamenti in ordine alla sussistenza delle condizioni di cui all'articolo 120 del D.lgs.36/2023.

Il mancato rispetto del comma precedente, comporta, salva diversa valutazione del responsabile del procedimento, la rimessa in pristino, con spese a carico dell'esecutore, dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del direttore dei lavori, fermo che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

Nei casi e alle condizioni previste dalla normativa il Direttore dei Lavori propone al Rup le modifiche, nonché le varianti dei contratti in corso di esecuzione e relative **perizie di variante**, indicandone i motivi in apposita relazione da inviare al Rup.

Le modifiche, nonché le varianti dei contratti in corso di esecuzione devono essere autorizzate dal Rup con le modalità previste dalla stazione appaltante nel rispetto delle condizioni e dei limiti indicati all'articolo 120 del D.lgs.36/2023.

Con riferimento ai casi indicati dall'art. 120 comma 1 lett c) del D.lgs.36/2023 – varianti in corso d'opera, il Direttore dei Lavori descrive la situazione di fatto ai fini dell'accertamento da parte del Rup della sua non imputabilità alla stazione appaltante, della sua non prevedibilità al momento della redazione del progetto o della consegna dei lavori e delle ragioni per cui si rende necessaria la variazione.

Fermo quanto previsto per le clausole di revisione dei prezzi, i contratti di appalto possono essere modificati senza una nuova procedura di affidamento nei casi seguenti, sempre che, nelle ipotesi previste dalle lettere a) e c), nonostante le modifiche, la struttura del contratto o dell'accordo quadro e l'operazione economica sottesa possano ritenersi inalterate:

- a) se le modifiche, a prescindere dal loro valore monetario, sono state previste in clausole chiare, precise e inequivocabili dei documenti di gara iniziali;
- b) per la sopravvenuta necessità di lavori, servizi o forniture supplementari, non previsti nell'appalto iniziale, ove un cambiamento del contraente nel contempo risulti impraticabile per motivi economici o tecnici o comporti per la stazione appaltante notevoli disagi o un sostanziale incremento dei costi;
- c) per le varianti in corso d'opera, da intendersi come modifiche rese necessarie in corso di esecuzione dell'appalto per effetto di 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;
- d) se un nuovo contraente sostituisce l'aggiudicatario a causa di una delle circostanze previste dall'art 120 del D.Lgs 36/2023:

Nei casi di cui alle lettere b) e c), il contratto può essere modificato solo se l'eventuale aumento di prezzo non ecceda il 50 per cento del valore del contratto iniziale. In caso di più modifiche successive, la limitazione si applica al valore di ciascuna modifica. Tali modifiche successive non eludono l'applicazione del D.lgs 36/2023.

I contratti possono parimenti essere modificati senza necessità di una nuova procedura, sempre che nonostante le modifiche, la struttura del contratto o dell'accordo quadro e l'operazione economica sottesa possano ritenersi inalterate, se il valore della modifica è al di sotto di entrambi i seguenti valori:

- a) le soglie fissate dall'art 14 del D.lgs. 36/2023
- b) per i lavori il 15 per cento del valore iniziale del contratto; in caso di più modifiche successive, il valore è accertato sulla base del valore complessivo del contratto al netto delle successive modifiche.

Sono sempre consentite, a prescindere dal loro valore, le modifiche non sostanziali, così come definite nel Dlgs 36/2023, art 120.

Non sono considerate sostanziali le modifiche al progetto proposte dalla stazione appaltante ovvero dall'appaltatore con le quali, nel rispetto della funzionalità dell'opera:

- a) si assicurino risparmi, rispetto alle previsioni iniziali, da utilizzare in compensazione per far fronte alle variazioni in aumento dei costi delle lavorazioni;
- b) si realizzino soluzioni equivalenti o migliorative in termini economici, tecnici o di tempi di ultimazione dell'opera.

Il contratto è sempre modificabile ai sensi dell'articolo 9 del Dlgs 36/2023 e nel rispetto delle clausole di rinegoziazione contenute nel contratto. Nel caso in cui queste non siano previste, la richiesta di rinegoziazione va avanzata senza ritardo e non giustifica, di per sé, la sospensione dell'esecuzione del contratto. Il RUP provvede a formulare la proposta di un nuovo accordo entro un termine non superiore a tre mesi. Nel caso in cui non si pervenga al nuovo accordo entro un termine ragionevole, la parte svantaggiata può agire in giudizio per ottenere l'adeguamento del contratto all'equilibrio originario, salva la responsabilità per la violazione dell'obbligo di rinegoziazione.

Qualora in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, la stazione appaltante impone all'appaltatore l'esecuzione alle condizioni originariamente previste. L'appaltatore non può fare valere il diritto alla risoluzione del contratto.

Nel caso in cui l'importo delle variazioni rientra nel limite del quinto dell'importo contrattuale, ai sensi dell'art. 120, comma 9, del D.Lgs. 36/2023:

- la perizia di variante o suppletiva è accompagnata da un *atto di sottomissione* che l'esecutore è tenuto a sottoscrivere in segno di accettazione o di motivato dissenso e senza poter far valere il diritto alla risoluzione del contratto;
- nel caso di variazioni in diminuzione il direttore dei lavori deve comunicarlo tempestivamente all'esecutore e comunque prima del raggiungimento del quarto quinto dell'importo contrattuale; in tal caso nulla spetta all'esecutore a titolo di indennizzo.

Nel caso, invece, di eccedenza rispetto a tale limite:

- la perizia è accompagnata da un *atto aggiuntivo al contratto principale*, sottoscritto dall'esecutore in segno di accettazione, nel quale sono riportate le condizioni alle quali è condizionata tale accettazione.
- Il RUP deve darne comunicazione all'esecutore che, nel termine di dieci giorni dal suo ricevimento, deve dichiarare per iscritto se intende accettare la prosecuzione dei lavori e a quali condizioni; nei quarantacinque giorni successivi al ricevimento della dichiarazione la stazione appaltante deve comunicare all'esecutore le proprie determinazioni. Qualora l'esecutore non dia alcuna risposta alla comunicazione del RUP si intende manifestata la volontà di accettare la variante complessiva agli stessi prezzi, patti e condizioni del contratto originario. Se la stazione appaltante non comunica le proprie determinazioni nel termine fissato, si intendono accettate le condizioni avanzate dall'esecutore.

Ai fini della determinazione del quinto, l'importo dell'appalto è formato dalla somma risultante dal contratto originario, aumentato dell'importo degli atti di sottomissione e degli atti aggiuntivi per varianti già intervenute, nonché dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio, eventualmente riconosciuti all'impresa affidataria ai sensi degli articoli 210 e 212 del D.lgs 36/2023

Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto, ma se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I **nuovi prezzi** delle lavorazioni o materiali sono valutati:

- a) desumendoli dai prezzi di cui all'art.41 comma 13 del D.lgs. 36/2023, ove esistenti;
- b) quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'impresa affidataria, e approvati dal RUP.

Qualora da tali calcoli risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.

Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

Il Direttore dei Lavori può disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al Rup.

Il Direttore dei lavori, entro 10 gg dalla proposta dell'esecutore, redatta in forma di perizia tecnica corredata anche degli elementi di valutazione economica, di variazioni migliorative di sua esclusiva ideazione e che comportino una diminuzione dell'importo originario dei lavori, trasmette la stessa al RUP unitamente al proprio parere. Possono formare oggetto di proposta le modifiche dirette a migliorare gli aspetti funzionali, nonché singoli elementi tecnologici o singole componenti del progetto, che non comportano riduzione delle prestazioni qualitative e quantitative stabilite nel progetto stesso e che mantengono inalterate il tempo di esecuzione dei lavori e le condizioni di sicurezza dei lavoratori. Le varianti migliorative, proposte nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 120 del D.lgs. 36/2023, non alterano in maniera sostanziale il progetto né le categorie di lavori.

In conformità dell'articolo 120 comma 15 bis del D.lgs 36/2023 e s.m.i. le stazioni appaltanti verificano in contraddittorio con il progettista e l'appaltatore errori o omissioni nella progettazione esecutiva che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua futura utilizzazione e individuano tempestivamente soluzioni di progettazione esecutiva coerenti con il principio del risultato

Si applica la revisione dei prezzi ai sensi dell'art. 60 e dell'Allegato II.2 bis e dell'art 120 comma 1 lettera a) del D.lgs. 36/2023 e s.m.i. secondo quanto previsto dall'art. 5 dello Schema di contratto.

CAPO III – CONTROLLO TECNICO-AMMINISTRATIVO E CONTABILE

Art. 11. Disposizioni generali

Il controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione del contratto è svolto, ai sensi degli artt. 114 e 115 del D.lgs 36/2023, dei Capi III e IV del D.MIT. 49/2018, dall'Art. 12 dell'Allegato II.14 del D.Lgs 36/2023 dal direttore dei lavori e dall'ufficio di direzione lavori.

Art. 12. Contabilizzazione dei lavori

La contabilizzazione dei lavori a misura è effettuata secondo le specificazioni date nelle norme del Capitolato Generale 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'affidatario possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

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.

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.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari dell'elenco dei prezzi unitari.

In corso d'opera, qualora debbano essere introdotte variazioni ai lavori, e queste non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi, con i criteri di cui all'articolo 9 del presente Capitolato.

Le misurazioni e i rilevamenti sono fatti in contraddittorio tra le parti; tuttavia se l'Appaltatore rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il direttore dei lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o brogliacci suddetti.

Per i lavori da liquidare su fattura e per le prestazioni da contabilizzare in economia si procede secondo le relative speciali disposizioni.

Gli oneri per la sicurezza sono contabilizzati con gli stessi criteri stabiliti per i lavori, con la sola eccezione del prezzo che è quello contrattuale prestabilito dalla stazione appaltante e non oggetto dell'offerta in sede di gara.

Art. 13. Riserve

Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole, nonché all'atto della sottoscrizione del certificato di collaudo mediante precisa esplicitazione delle contestazioni circa le relative operazioni. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono rinunciate. Le riserve devono essere formulate in modo specifico e indicare con precisione le ragioni sulle quali si fondano.

In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità:

- a) la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto, salvo che la riserva stessa sia motivata con riferimento a fatti continuativi;
- b) l'indicazione degli ordini di servizi, emanati dal direttore dei lavori o dal direttore dell'esecuzione, che abbiano inciso sulle modalità di esecuzione dell'appalto;
- c) le contestazioni relative all'esattezza tecnica delle modalità costruttive previste dal capitolato speciale d'appalto o dal progetto esecutivo;
- d) le contestazioni relative alla difformità rispetto al contratto delle disposizioni e delle istruzioni relative agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto;

e) le contestazioni relative alle disposizioni e istruzioni del direttore dei lavori o del direttore dell'esecuzione che potrebbero comportare la responsabilità dell'appaltatore o che potrebbero determinare vizi o difformità esecutive dell'appalto.

L'esecutore, all'atto della firma del conto finale, da apporre entro il termine di trenta giorni dall'invito del RUP a prenderne cognizione, non può iscrivere domande diverse per oggetto o per importo da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e ha l'onere, a pena di decadenza, di confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non siano intervenute procedure di carattere conciliativo.

Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine di cui al paragrafo precedente, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende come definitivamente accettato.

Il Direttore dei Lavori comunica al RUP eventuali contestazioni dell'esecutore su aspetti tecnici che possano influire sull'esecuzione dei lavori.

In tali casi, il RUP convoca le parti entro quindici giorni dalla comunicazione e promuove, in contraddittorio, l'esame della questione al fine di risolvere la controversia; all'esito, il RUP comunica la decisione assunta all'esecutore, la quale ha l'obbligo di uniformarvisi, salvo il diritto di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.

Il Direttore dei Lavori redige in contraddittorio con l'imprenditore un *processo verbale delle circostanze contestate* o, in assenza di questo, in presenza di due testimoni. In quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all'esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi al Direttore dei Lavori nel termine di otto giorni dalla data del ricevimento. In mancanza di osservazioni nel termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.

L'esecutore, il suo rappresentante, oppure i testimoni firmano il processo verbale, che è inviato al RUP con le eventuali osservazioni dell'esecutore. Contestazioni e relativi ordini di servizio sono annotati nel giornale dei lavori.

Se l'esecutore firma il registro di contabilità con riserva, il Direttore dei Lavori, nei successivi quindici giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni al fine di consentire alla stazione appaltante la percezione delle ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'esecutore; in mancanza il Direttore dei Lavori è responsabile per le somme che, per tale negligenza, la stazione appaltante deve riconoscere all'esecutore.

Le riserve, quantificate in via definitiva dall'esecutore, sono comunque iscritte, a pena di decadenza, nel primo atto contabile idoneo a riceverle successivamente all'insorgenza del fatto che le ha determinate; le riserve sono iscritte, a pena di decadenza, anche nel registro di contabilità, all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi del fatto pregiudizievole; le riserve non confermate nel conto finale si intendono abbandonate. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

Ove per un legittimo impedimento non sia possibile eseguire una precisa e completa contabilizzazione, il Direttore dei Lavori può registrare in partita provvisoria sui libretti quantità dedotte da corpo/misurazioni sommarie. In tal caso l'onere dell'immediata riserva diventa operante quando in sede di contabilizzazione definitiva delle categorie di lavorazioni interessate sono portate in detrazione le partite provvisorie.

Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro di contabilità, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro. Se l'esecutore, ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli formula, a pena di decadenza, nel termine di quindici giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.

Nel caso in cui l'esecutore non ha firmato il registro nel termine di cui sopra, oppure lo ha fatto con riserva, ma senza esplicitare le sue riserve nel modo e nel termine sopraindicati, i fatti registrati si intendono definitivamente accertati, e l'esecutore decade dal diritto di far valere in qualunque termine e modo le riserve o le domande che ad essi si riferiscono.

CAPO IV – NORME DI SICUREZZA

Art. 14. Oneri di sicurezza generali

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

L'esecutore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del Regolamento Edilizio vigente del Comune presso i quali si svolgono i lavori, per quanto attiene la gestione del cantiere, nonché all'osservanza delle misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.Lgs. 81/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste in cantiere.

L'esecutore 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.

L'esecutore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 15. Piani di sicurezza

Il cantiere per entità e tipologia ricade nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 81/2008 Titolo IV che per l'appalto in oggetto verrà quindi integralmente applicato e dovrà essere rispettato da tutte le imprese e lavoratori autonomi presenti in cantiere.

L'esecutore è obbligato ad osservare e a far osservare a tutte le imprese e lavoratori autonomi eventualmente presenti in cantiere, 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 D.Lgs. 81/2008 Titolo IV.

L'esecutore 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**, ai sensi dell'art. 100 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, 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.

L'esecutore 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'esecutore.

Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'esecutore, nei casi di cui alla lettera a), le proposte s'intendono accolte.

Qualora il coordinatore non si sia pronunciato entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'esecutore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi nei casi di cui alla lettera b), le proposte s'intendono rigettate.

Nei casi di cui alla 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.

L'esecutore deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, prima dell'inizio dei lavori, un **Piano operativo di sicurezza (POS)**, di cui all'art. 89 comma 1 let. h) del D.Lgs. 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 (POS):

- costituisce *piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento* di cui all'art. 100 comma 1 del D.Lgs. 81/2008;

- *comprende il documento di valutazione dei rischi* di cui all'articolo 28, e gli adempimenti di cui all'articolo 26, comma 1, lettera b), del D.Lgs. 81/2008 e contiene inoltre le notizie di cui all'articolo 18, commi 1 e 2 dello stesso decreto, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
- *dovrà contenere gli elementi minimi previsti dall'Allegato XV del D.Lgs. 81/2008.*

I piani di sicurezza di cui ai commi precedenti formano parte integrante del contratto.

L'esecutore deve fornire tempestivamente al Direttore dei lavori e/o al Coordinatore per la sicurezza gli aggiornamenti alla documentazione di cui sopra, ogni volta che mutino le condizioni del cantiere ovvero i processi lavorativi utilizzati.

Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'esecutore, previa la sua formale costituzione in mora, costituiscono causa di risoluzione del contratto in suo danno.

CAPO V – ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'ESECUTORE

Art. 16. Oneri di carattere generale

L'esecutore è responsabile della disciplina e del buon ordine del cantiere ed ha l'obbligo di osservare e di far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento.

L'esecutore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad un raggruppamento temporaneo di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'esecutore per indisciplina, incapacità o grave negligenza.

L'esecutore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della mala fede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

L'Appaltatore deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione ed assistenza dei lavoratori.

Art. 17. Oneri e obblighi a carico dell'esecutore prima di stipulazione e consegna lavori

Prima della stipulazione del contratto o, nei casi di urgenza, prima della consegna anticipata l'esecutore dovrà sottoscrivere, concordemente con il Responsabile del Progetto, **il verbale del permanere delle condizioni** che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Prima della consegna dei lavori l'esecutore deve consegnare al direttore dei lavori la seguente documentazione:

- 1) **la polizza di assicurazione per danni di esecuzione e responsabilità civile verso terzi**, ai sensi dell'art.117 comma 10 del D.lgs. 36/2023, almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori;
- 2) **Il Programma di esecuzione dei lavori**, ai sensi dell'art. 6 del presente Capitolato;
- 3) **eventuali proposte integrative del piano di sicurezza e di coordinamento** di cui all'art. 100 comma 5 del D.Lgs. 81/2008;
- 4) **un Piano Operativo di Sicurezza (POS)**, di cui all'art. 89 comma 1 let. h) D.Lgs. 81/2008;

5) **Dichiarazione redatta su carta intestata resa in forma di dichiarazione sostitutiva di notorietà, pertanto dovrà essere allegata una fotocopia di un documento di identità valido del dichiarante, dalla quale risultino:**

- i **nominativi** del Direttore Tecnico di Cantiere e del Responsabile di Cantiere,
- la **posizione presso gli Enti assicurativi e previdenziali** (INPS, INAIL, Cassa Edile).
Nel caso in cui la Ditta non sia soggetta ai versamenti alla Cassa Edile, dovrà essere rilasciata dichiarazione del Contratto Collettivo Nazionale di lavoro applicato
- **l'organico medio annuo**, distinto per qualifica, destinato al lavoro in oggetto, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili (ai sensi dell'art. 90 comma 9 let. b) D.Lgs. 81/2008);
- **il contratto collettivo applicato ai lavoratori dipendenti** (ai sensi dell'art. 90 comma 9 let. b D.Lgs. 81/2008), stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative;

6) Copia fotostatica della ricevuta di avvenuta denuncia agli enti previdenziali;

Dovranno essere inoltre consegnate le seguenti ulteriori documentazioni.

- **Piano di montaggio, uso e smontaggio dei ponteggi (Pimus)**, ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. 81/2008 e con i contenuti minimi di cui all'Allegato XXII dello stesso decreto.
- **Progetto di costruzione dei ponteggi** firmato da un ingegnere o architetto abilitato;
- Piano di valutazione dell'esposizione alle vibrazioni (D.Lgs. 187/2005) e piano dell'esposizione agli agenti chimici in attuazione alla direttiva CEE n. 98/24.
- **La compilazione per quanto di competenza del Documento Unico Valutazione Rischi Interferenza (DUVRI)**, previsto dall'art. 26 del D.Lgs. 81/2008 Oneri e obblighi a carico dell'esecutore dopo la consegna dei lavori

Art. 18. Oneri e obblighi a carico dell'esecutore dopo la consegna dei lavori

Oltre agli oneri previsti dalla normativa vigente e dal presente capitolato speciale d'appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'esecutore 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'esecutore 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) 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.
- d) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'esecutore a termini di contratto;

- e) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati e accettati dall'Amministrazione, di tutte le prove che saranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione, da parte di professionista abilitato di gradimento dell'Amministrazione, di prove di carico statiche/dinamiche 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 per opere in calcestruzzo armato è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, confezionato in un gruppo di due provini secondo le modalità previste al cap. 11.2 del DM 17 gennaio 2018 ed il prelievo di n. 3 spezzoni di acciaio per ogni diametro e per ogni lotto di spedizione secondo le modalità previste al cap. 11.3.2.10.4 del DM 17 gennaio 2018;
- f) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.
- g) L'installazione di grù, basamenti delle grù progettazione degli stessi indagini del terreno, noleggi a caldo di autogrù, castelli di carico e quant'altro occorre per garantire la movimentazione del materiale.
- h) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scolli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- i) 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'esecutore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'esecutore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso esecutore; *lo stesso esecutore è tenuto a consegnare alla direzione lavori la documentazione tecnica dei materiali utilizzati;*
- j) 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;
- k) 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'esecutore 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) l'utilizzo di prodotti conformi al Capo II (Dichiarazione di prestazione e marcatura CE) del Regolamento 305/2011 (UE) e all'art. 5 (Condizioni per l'immissione sul mercato e per l'impiego dei prodotti da costruzione), comma 5;
- o) 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;
- p) in relazione all'entità e alla dimensione del cantiere, l'allestimento e la manutenzione entro il recinto del cantiere di un locale ad uso ufficio, esistente indicato dalla D.L. o in struttura prefabbricata, del personale di direzione lavori e assistenza, arredato, illuminato e provvisto di armadio con chiusura, tavolo, sedie, n. 1 stazione di lavoro informatica, e materiale di cancelleria;
- q) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, corpo/misurazioni, prove e controlli 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;

- r) 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;
- s) la presentazione, ove non già presentato in sede di consegna, del progetto di costruzione dei ponteggi firmato da un ingegnere o architetto abilitato;
- t) la presentazione, ove non già presentato in sede di consegna, del piano di montaggio, uso e smontaggio del ponteggio (PIMUS), in base al d.lgs 235/2003 e circolare del Ministero del lavoro n. 25/2006;
- u) la verifica dei calcoli e del progetto esecutivo delle opere strutturali eseguita da un tecnico iscritto all'Albo professionale, e l'approntamento di quanto necessario per le denunce, le autorizzazioni, ecc., secondo quanto previsto dal D.P.R. 380/01 e dal DM 14 gennaio 2008, nonché, la normativa tecnica regionale;
- v) 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'esecutore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
- w) 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, del coordinamento e della coerenza tra i Piani operativi di sicurezza delle eventuali ditte subappaltatrici, 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'esecutore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
- x) la predisposizione e l'esposizione in sito di un 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 ed in conformità allo schema tipico indicato nel presente capitolato (Tabella C), curandone i necessari aggiornamenti periodici.
- y) richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Privati, Regione, ANAS, ENEL, Telecom, IRETI ed 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.
L'esecutore dovrà procedere altresì alla verifica puntuale dei sotto-servizi (Enel, gas, ecc.) interessati dai lavori.
- z) presentare all'inizio delle operazioni di demolizione del ponte esistente relativo piano di demolizione.

Al termine dei lavori sono a carico dell'esecutore gli oneri e gli obblighi che seguono:

- 1) la **redazione della dichiarazione di conformità degli impianti realizzati**, di cui all'art. 7 del DM 22 gennaio 2008 n.37, con la relazione e gli allegati ivi previsti e s.m. e i. (*Decreto 19 maggio 2010 Modifica degli allegati al decreto 22 gennaio 2008, n. 37, concernente il regolamento in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici*);
- 2) la **consegna degli as built strutturali, edili e impiantistici e delle documentazioni a corredo** di quanto realizzato in almeno tre copie cartacee e su supporto informatico, redatti in base agli standards in uso presso la Stazione Appaltante.
- 3) in caso di interventi rilevanti ai fini energetici, l'esecutore deve presentare un attestato di prestazione energetica (A.P.E.), ai sensi dell'art. 6 del D.Lgs. 192/2005e ss.mm.ii, redatto secondo i criteri e le metodologie del decreto sopraindicato nonché delle disposizioni regionali in materia;

- 4) consegna della Dichiarazione di prestazione (D.o.P.) e marcatura CE per i prodotti secondo Regolamento 305/2011 (UE) e art. 5 (Condizioni per l'immissione sul mercato e per l'impiego dei prodotti da costruzione), comma 5;
- 5) per i materiali soggetti alla normativa antincendio la dichiarazione di corretta posa in opera del prodotto redatta dall'installatore con gli allegati obbligatori: certificati di prova, documento di trasporto, ecc., su modelli prestabiliti dei VV.F.

Art. 19. Obblighi speciali a carico dell'esecutore

L'esecutore è obbligato alla conservazione delle scritture di cantiere e in particolare:

- a) il giornale dei lavori in cui sono annotati per ciascun giorno almeno:
 - l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni;
 - la qualifica e il numero degli operai impiegati;
 - l'attrezzatura tecnica impiegata per l'esecuzione dei lavori;
 - l'elenco delle provviste fornite dall'esecutore, documentate dalle rispettive fatture quietanzate, nonché
 - quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, ivi compresi gli eventuali eventi infortunistici;
 - l'indicazione delle circostanze e degli avvenimenti relativi ai lavori che possano influire sui medesimi, inserendovi le osservazioni meteorologiche e idrometriche, le indicazioni sulla natura dei terreni e quelle particolarità che possono essere utili;
 - le disposizioni di servizio e gli ordini di servizio del RUP e del direttore dei lavori;
 - le relazioni indirizzate al RUP;
 - i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
 - le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori;
 - le varianti ritualmente disposte, le modifiche od aggiunte ai prezzi;

Il direttore dei lavori, in caso di delega ai direttori operativi o agli ispettori di cantiere, verifica l'esattezza delle annotazioni sul giornale dei lavori ed aggiunge le osservazioni, le prescrizioni e le avvertenze che ritiene opportune apponendo con la data la sua firma, di seguito all'ultima annotazione dei predetti soggetti delegati.

- b) i libretti di misura delle lavorazioni e delle provviste, che contengono la misurazione e classificazione delle lavorazioni effettuate dal direttore dei lavori.

Il direttore dei lavori cura che i libretti siano aggiornati e immediatamente firmati dall'esecutore o dal tecnico dell'esecutore che ha assistito al rilevamento delle misure.

Per le lavorazioni e le somministrazioni che per la loro natura si giustificano mediante fattura, il direttore dei lavori è tenuto ad accertare la loro corrispondenza ai preventivi precedentemente accettati e allo stato di fatto.

I libretti delle misure possono altresì contenere le figure quotate delle lavorazioni eseguite, i profili e i piani quotati raffiguranti lo stato delle cose prima e dopo le lavorazioni, oltre alle memorie esplicative al fine di dimostrare chiaramente ed esattamente, nelle sue varie parti, la forma e il modo di esecuzione;

- c) note delle eventuali prestazioni in economia che 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.

Art. 20. Sistema qualità

L'esecutore dovrà inoltre provvedere ad uniformarsi alle procedure del sistema di gestione dell'esecuzione dei lavori vigente presso la Stazione Appaltante, redigendo le modulistiche ed applicando le procedure di pianificazione, verifica e controllo delle fasi esecutive previste dalla Stazione appaltante.

Art. 21. Lavorazioni in garanzia

Ai sensi degli artt. 1667, 1668, 1669 del Codice Civile l'esecutore garantisce al Committente la conduzione a buon fine dei lavori e delle prestazioni oggetto del Contratto nel pieno rispetto dei requisiti e delle prescrizioni contrattuali.

1) Regola d'arte

L'esecutore garantisce al Committente l'esecuzione di tutti i lavori a perfetta regola d'arte, in conformità agli standard normalmente accettati e prevalenti nel periodo di esecuzione delle opere oggetto dell'Appalto, utilizzando al meglio la Propria esperienza in lavori analoghi; garantisce inoltre che l'Appalto stesso, nella sua totalità ed in ciascuna delle parti che lo compongono, è esente da difetti, anche occulti, di ottima qualità, prevede l'impiego di parti e/o componenti nuove, idonee all'uso, perfettamente conforme alle caratteristiche di funzionalità secondo quanto prescritto nei documenti contrattuali ed alle Normative di sicurezza applicabili.

2) Durata

Durante il periodo di garanzia l'esecutore è tenuto ad eseguire gratuitamente qualunque modifica, messa a punto o regolazione ritenute necessarie perché le opere soddisfino i requisiti contrattuali, nonché a sostituire tutte quelle parti che dovessero risultare difettose.

Il periodo di garanzia decorrerà dalla data di collaudo e, fatte salve le disposizioni di Legge, avrà durata di:

10 anni per le opere edili

10 anni per le impermeabilizzazioni

3) Difetti

Nel caso in cui il difetto contestato derivi da un errore di concezione o di esecuzione, l'esecutore è tenuto a riparare, modificare o sostituire tutte le parti identiche ed affette, tenendo conto della loro specifica utilizzazione, dello stesso difetto di concezione o di esecuzione, anche se queste non hanno dato luogo ad alcun inconveniente.

4) Ripristini

Tutte le prestazioni che competono all'esecutore durante il periodo di garanzia devono essere svolte nel più breve tempo possibile, tenendo conto delle esigenze di operatività del Committente.

Rientra negli oneri dell'esecutore prendere tutte quelle misure, quali le riparazioni provvisorie, eventualmente necessarie per rispondere al meglio alle suddette esigenze.

In caso di mancanza da parte dell'esecutore, il Committente può procedere direttamente, o far procedere da terzi, a spese dell'esecutore, all'esecuzione di cui ai precedenti articoli.

5) Rinnovo decorrenza dei termini

Se, durante il periodo di garanzia, il fabbricato oggetto dell'Appalto, o parti di esso (piani e/o locali), si rendono non utilizzabili, una o più volte, a causa di inconvenienti imputabili all'esecutore, il periodo di garanzia dell'Appalto, o delle parti suddette, è aumentato di tutti i periodi di indisponibilità degli stessi.

Per tutte le parti che, in garanzia, siano state sostituite, riparate o comunque influenzate da tali operazioni, sia che ciò abbia comportato o meno l'indisponibilità totale o parziale delle opere oggetto dell'Appalto, il periodo di garanzia decorrerà dalla data di ultimazione della sostituzione, riparazione o modifica.

Tabella C – Schema tipico cartello di cantiere

Ente appaltante: COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE			
<i>intervento di demolizione del ponte esistente, successiva costruzione di nuovo ponte sul torrente Vobbia per collegamento alla frazione Noceto e relativi raccordi arginali a monte e valle del ponte medesimo per entrambe le sponde</i>			
Progetto esecutivo: approvato con D.G.C. n° del / /			
Responsabile unico del progetto:		Arch. Annarita Zarrillo	
Direzione dei lavori:			
Direttore dei lavori		Ing. Sergio Brizzolara Studio Tec. Ass.to Ing. S. Brizzolara & Ing. S. Sturla	
Coordinatore per la sicurezza		Arch. Gian Giacomo Gatti	
Assistente con funzioni di Direttore operativo :			
Progetto esecutivo e direzione lavori opere in c.a.		<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto esecutivo e direzione lavori impianti
STUDIO TECNICO ASSOCIATO ING. S. BRIZZOLARA & ING. S. STURLA			
Notifica preliminare in data:			
IMPORTO PROGETTO (1)		Euro	3.037.000,00
IMPORTO ESECUZIONE LAVORI (Iva esclusa) (2)		Euro	1.966.117,19
DI CUI COSTO DELLA MANODOPERA (Iva esclusa)		Euro	319.343,39
ONERI PER LA SICUREZZA (Iva esclusa)		Euro	31.882,81
IMPORTO DEL CONTRATTO (Iva esclusa) (3)		Euro	_____
Gara in data _____, offerta di euro _____ pari al ribasso del ____ %			
Impresa esecutrice:			
Direttore tecnico del cantiere: _____			
Subappaltatori:	per i lavori di		Importo lavori subappaltati
	categoria	descrizione	
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 Progettazione: B3S - STUDIO TECNICO ASSOCIATO ING. S. BRIZZOLARA & ING. S. STURLA Via Cap. Renato Orsi, 31/20 – 16043 Chiavari (GE) Telefono: 0185 370127 - fax: 0185 368280 - e-mail: b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it			

NOTE

- (1) Importo quadro economico progetto approvato
 (2) Importo lavori soggetto a ribasso
 (3) Importo lavori al netto del ribasso + costo del personale + oneri di sicurezza, Iva esclusa

PARTE II - DESCRIZIONE DELLE OPERE

Art. 22. Generalità

Le lavorazioni sono descritte e deducibili dagli elaborati grafici e da tutti i documenti costituenti il progetto esecutivo di cui all'elenco elaborati nel documento – Elenco Elaborati e riportato di seguito:

- | | |
|-------------|---|
| tavola E-01 | - inquadramento cartografico – scala varie |
| tavola E-02 | - planimetria quotata - stato attuale con inserimento opere a progetto - scala 1:200 |
| tavola E-03 | - sezioni trasversali tratto di monte: stato attuale con inserimento opere a progetto – scala 1:200 |
| tavola E-04 | - sezioni trasversali tratto di valle: stato attuale con inserimento opere a progetto – scala 1:200 |
| tavola E-05 | - profilo longitudinale centro alveo e profilo argini sponda sinistra e destra : stato attuale con inserimento opere a progetto - scala varie |
| tavola E-06 | - pianta e prospetti nuovo ponte – scala 1:100 |
| tavola E-07 | - sezioni tipologiche e particolari costruttivi opere accessorie e di raccordo – scala 1:50/1:20 |
| tavola E-08 | - sezioni tipologiche e particolari costruttivi ponte – scala varie |
| tavola E-09 | - carpenteria metallica nuovo ponte – scala varie |
| tavola E-10 | - opere in c.a. e barriere nuovo ponte – scala varie |
| tavola E-11 | - carpenteria e orditure opere strutturali appoggi – scala varie |
| tavola E-12 | - varo del ponte – fasi di realizzazione – scala 1:200 |
| tavola E-13 | - elaborati grafici per opere di cantierizzazione – scala varie
- documentazione fotografica pista di cantiere |
| tavola E-14 | - piano particellare di esproprio: <ul style="list-style-type: none">• planimetria catastale con inserimento opere a progetto – scala 1:500• elenco mappali interessati da occupazione temporanea e/o definitiva |
| tavola D-01 | - documentazione fotografica |
| tavola D-02 | - relazione generale |
| tavola D-03 | - relazione geotecnica |
| tavola D-04 | - calcoli esecutivi delle strutture |
| tavola D-05 | - censimento e progetto risoluzione interferenze |
| tavola D-06 | - elenco prezzi unitari
- analisi prezzi |
| tavola D-07 | - computo metrico estimativo
- stima dei costi della sicurezza |
| tavola D-08 | - quadro economico |

tavola D-09	- quadro incidenza della manodopera
tavola D-10	- piano di manutenzione dell'opera
tavola D-11	- capitolato speciale d'appalto
tavola D-12	- cronoprogramma
tavola D-13	- relazione CAM
tavola D-14	- relazione idraulica
tavola D-15	- relazione geologica
tavola D-16	- piano di sicurezza e coordinamento
tavola D-17	- fascicolo dell'opera

In sintesi, l'intervento comprende le seguenti opere:

- la demolizione della struttura del ponte esistente e della briglia immediatamente a valle (entrambi manufatti in cls irreparabilmente danneggiati), con sgombero e smaltimento dei detriti;
- il taglio vegetazionale con rimozione del materiale di risulta con particolare riferimento alle due sponde per il tratto oggetto di successivo intervento strutturale (appoggi ponte + opere arginali e raccordi);
- la realizzazione di due strutture in c.a. di appoggio laterale del nuovo impalcato del ponte, da realizzarsi con fondazione su micropali di lunghezza differente tra le due sponde (micropali valvolati da 24 metri in sponda sinistra e 9 metri in sponda destra) al fine di raggiungere il substrato esistente. Le due strutture di appoggio, di forma differente in ragione della conformazione dei luoghi, saranno inoltre dotate di muro para-ghiaia e tre baggioli in c.a. di appoggio delle travi costituenti l'impalcato del ponte mediante idonei apparecchi di appoggio. La distanza tra asse appoggio sinistro e destro risulterà pari a 40 metri, valore nettamente superiore alla larghezza catastale del corso d'acqua; la quota superiore degli appoggi e conseguentemente la quota di intradosso dell'impalcato risulta dettata dall'esigenza di garantire il transito delle piene con i franchi idraulici di legge;
- la realizzazione di una muratura d'ala in c.a. su micropali a proseguimento dell'appoggio in sponda destra finalizzata a garantire continuità al sedime carrabile;
- la formazione di impalcato in struttura mista acciaio – calcestruzzo formata da tre travi principali (+ trasversi, giunti, angolari di controvento, etc) in acciaio corten S355J2W con soletta di completamento in c.a., a formazione di un nuovo ponte di luce netta 40 metri e larghezza pari a 5 metri: tale larghezza sarà suddivisa tra una corsia carrabile (larghezza pari a 300 cm) delimitata da due cordoli in cls (larghezza ciascuno pari a 40 cm) per successivo montaggio barriere stradali e un marciapiede di larghezza pari a 120 cm; lo spessore complessivo del nuovo manufatto risulta pari a 189 cm, ritenuto il minimo per garantire al manufatto la transitabilità a carichi di prima categoria; il manufatto comprende apparecchiature di appoggio, giunti di dilatazione, caditoie per lo smaltimento delle acque di pioggia, etc;
- la posa di barriere stradali tipo H2 bordo ponte a tre onde in acciaio corten, tassellate su cordoli in c.a. ai due limiti della porzione carrabile del nuovo ponte e in sommità al muro d'ala in sponda destra, nonché di ringhiera anch'essa in acciaio corten;
- la realizzazione di opere di raccordo stradale in sponda sinistra e soprattutto destra (lato Noceto) al fine di garantire il miglior collegamento plano-altimetrico del nuovo manufatto con la situazione esistente (rialzato di circa 65/70 cm rispetto ala conformazione originaria al fine di garantire il rispetto dei franchi idraulici di legge);
- la stesa di binder e tappeto in asfalto, sia sul ponte (porzione carrabile + porzione marciapiede entrambe con finitura in asfalto e sottostante membrana impermeabilizzante) che nelle porzioni di viabilità limitrofe all'attraversamento;

- la predisposizione per alloggiamento definitivo dei sottoservizi esistenti (gas + acquedotto): la struttura del ponte prevista a progetto contempla un sistema atto all'alloggiamento delle tubazioni afferenti ai sottoservizi citati; per l'eventuale fornitura, la posa e le opere accessorie di collegamento alle due estremità del nuovo ponte alla rete esistente è stata inserita la cifra desunta mediante stima nell'apposita voce del quadro economico;
- la realizzazione di scogliere in massi naturali di III e IV categoria a ripristino delle sponde sinistra e destra del corso d'acqua, nei tratti in prossimità del nuovo ponte: in particolare, in sponda destra sarà sufficiente una limitata porzione di scogliera a monte del nuovo ponte (lunghezza circa 7 metri), mentre in sinistra la nuova scogliera dovrà essere estesa complessivamente per circa 23 metri sui tratti immediatamente a monte, valle e al di sotto del ponte. Tali manufatti sono previsti totalmente al di fuori dei limiti demaniali del corso d'acqua, saranno dotati di berma di fondazione con approfondimento fondazionale di circa 250 cm rispetto alla quota di scorrimento. Si prevede inoltre, per la sola porzione di berma fondazionale, di intasare i massi con calcestruzzo;
- la realizzazione di raccordi immediatamente a monte e valle dei suddetti tratti in scogliera, da realizzarsi anch'essi in blocchi di cava di III e IV categoria e tali da garantire il miglior raccordo piano-altimetrico tra le scarpate naturali esistenti e la nuova scogliera: i suddetti raccordi risultano strettamente necessari al fine di evitare la formazione di un "punto di debolezza" alle estremità delle arginature previste, nonché al fine di limitare le discontinuità idrauliche;
- la sottomurazione in cls della porzione dell'attuale spalla destra del ponte di cui si prevede il mantenimento; si sottolinea comunque come il nuovo appoggio destro del nuovo ponte sia totalmente svincolato dalle strutture in essere;
- la regolarizzazione delle quote di fondo alveo nel tratto compreso tra le sezioni 12 e 4 (tratto ad oggi fortemente influenzato dalla presenza della briglia sifonata) ove viene prevista una livelletta di fondo con pendenza costante a raccordo tra il tratto di monte e quello immediatamente a valle. Al fine di garantire la durabilità nel tempo della condizione di fondo alveo proposta ed in particolare di contrastare possibili fenomeni erosivi futuri, è previsto il completamento della porzione non a fondo naturale roccioso mediante impiego di massi cementati con riempimento delle "voragini" che già ad oggi si evidenziano in particolare nella porzione sinistra dell'alveo;
- la demolizione dell'ultimo tratto dello scatolare in cls relativo al rio senza nome affluente in sponda sinistra immediatamente a valle del ponte e revisione della sua immissione nel torrente Vobbia inglobando lo stesso all'interno della nuova scogliera arginale.

Art. 23. Prezzari di riferimento

Il prezzario da cui sono stati desunti i prezzi per la redazione del computo metrico estimativo risulta:

Opere edili ed impiantistiche	<i>Prezzario regionale – Unione Regionale Camere di commercio della Liguria Anno 2025</i>
--------------------------------------	---

PARTE III - PRESCRIZIONI TECNICHE

Art. 24. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi 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.

Il Direttore dei Lavori provvede ai sensi dell'art 115 D.lgs.36/2023, dell'Allegato II14 dello stesso D.lgs. 36/2023 e dell'art. 6 del D.MIT. 49/2018, all'**accettazione dei materiali**, verificando che i materiali e i componenti corrispondano alle prescrizioni del capitolato speciale e ai contenuti dell'offerta presentata in sede di gara, nonché che siano stati approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore e che abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o dalle prescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti.

Il Direttore dei lavori esegue altresì tutti i controlli e le prove previsti dalle vigenti norme nazionali ed europee, dal Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e del capitolato speciale d'appalto.

Il Direttore dei Lavori rifiuta in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non risultino conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione Europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, con obbligo per l'esecutore di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese; in tal caso il rifiuto deve essere trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile. Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. I materiali e i componenti possono essere messi in opera solo dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori. L'accettazione definitiva dei materiali e dei componenti si ha solo dopo la loro posa in opera. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo. Non rileva l'impiego da parte dell'esecutore e per sua iniziativa di materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o dell'esecuzione di una lavorazione più accurata.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'esecutore e sono rifiutati dal direttore dei lavori nel caso in cui quest'ultimo ne accerti l'esecuzione senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile, entro 15 gg dalla scoperta della non conformità.

Il Direttore dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, sulla base di adeguata motivazione, con spese a carico dell'esecutore.

I materiali previsti dal progetto sono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificare le prestazioni, con congruo anticipo rispetto alla messa in opera.

Il direttore dei lavori verifica altresì il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e di riciclo entro lo stesso confine di cantiere.

Il Direttore dei Lavori può delegare le attività di controllo dei materiali agli ispettori di cantiere, fermo restando che l'accettazione dei materiali resta di sua esclusiva competenza.

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 altresì gli articoli 16 e 17 del D.M. 145/2000, e, più in generale, quanto previsto dall'art. 57, comma 2, del D.lgs. 36/2023, ed il relativo D.M. 23 giugno 2022 (GU Serie Generale n.183 del 06-08-2022)).

Nell'esecuzione delle lavorazioni in appalto si faccia riferimento alle seguenti normative tecniche di settore:

- a) D.M. 17 Gennaio 2018 - "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"
- b) Circolare 21 Gennaio 2019 n°7 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018"
- c) D.P.R. 6 Giugno 2001 n°380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- d) UNI EN 1992 - 1 - 1 - "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1.1 – Regole generali e regole per gli edifici"
- e) UNI EN 1993 - 1 - 1 - "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1.1 – Regole generali e regole per gli edifici"
- f) UNI EN 1993 - 1 - 8 - "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1.8 – Progettazione dei collegamenti"
- g) UNI EN 1993 - 2 - "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio Parte 2 – Ponti di acciaio"
- h) UNI EN 206 - "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità"
- i) UNI EN 1090 - "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio"
- j) D.lgs. 9 Aprile 2008 n°81 - "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro"

Sono da considerarsi normative di riferimento per il presente CSA le norme UNI, CNR ed ogni altra normativa di comprovata validità citata all'interno del Capitolo 11 del D.M. 17 Gennaio 2018 e della relativa circolare esplicativa.

Art. 25. Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione. È cura dell'Appaltatore verificare, preventivamente all'avvio dei lavori di demolizione, le condizioni di conservazione e di stabilità dell'opera nel suo complesso, delle singole parti della stessa, e degli eventuali edifici adiacenti all'oggetto delle lavorazioni di demolizione.

È altresì indispensabile che il documento di accettazione dell'appalto e di consegna dell'immobile da parte della Stazione appaltante sia accompagnato da un programma dei lavori redatto dall'Appaltatore consultata la Direzione dei Lavori e completo dell'indicazione della tecnica di demolizione selezionata per ogni parte d'opera, dei mezzi tecnici impiegati, del personale addetto, delle protezioni collettive ed individuali predisposte, della successione delle fasi di lavorazione previste. In seguito all'accettazione scritta da parte della Direzione dei Lavori di tale documento di sintesi della programmazione dei lavori sarà autorizzato l'inizio lavori, previa conferma che l'Appaltatore provvederà all'immediata sospensione dei lavori in caso di pericolo per le persone, le cose della Stazione appaltante e di terzi.

Ogni lavorazione sarà affidata a cura ed onere dell'Appaltatore a personale informato ed addestrato allo scopo e sensibilizzato ai pericoli ed ai rischi conseguenti alla lavorazione. L'Appaltatore dichiara di utilizzare esclusivamente macchine ed attrezzature conformi alle disposizioni legislative vigenti, e si incarica di far rispettare questa disposizione capitolare anche ad operatori che per suo conto o in suo nome interferiscono con le operazioni o le lavorazioni di demolizione (trasporti, apparati movimentatori a nolo). Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla redazione di un piano di emergenza per le eventualità di pericolo immediato con l'obiettivo di proteggere gli operatori di cantiere, le cose della Committenza e di terzi, l'ambiente e i terzi non coinvolti nei lavori.

In materia si fa riferimento agli articoli 150, 151, 152, 153, 154, 155 e 184 del D.Lgs. 81/2008 e sm.i.. L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Art. 26. Norme generali

Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

MOVIMENTO DI MATERIE

a) Scavi e rilevati per la formazione del corpo stradale

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe di accesso alla strada, verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Appaltatore all'atto della consegna, salvo la facoltà all'Appaltatore ed alla Direzione dei Lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo dello scavo di sbancamento. L'eventuale scavo del cassonetto nei tratti in rilevato si intenderà compensato col prezzo relativo alla formazione del rilevato stesso.

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento comprenderà il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., lo scavo, il trasporto dei materiali a rifiuto, a reimpiego o a deposito a qualsiasi distanza, la perfetta profilatura delle scarpate, nonché tutti gli oneri derivanti dagli eventuali puntellamenti ed armature, quelli già ricordati per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione di terreni per depositi temporanei e definitivi, per esaurimenti d'acqua di qualsiasi importanza, ecc.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della sola roccia da mina) si intenderanno compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di

volume non superiore a 0,50 m³; quelli, invece, di cubatura superiore a 0,50 m³ verranno compensati con i relativi prezzi di elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

I materiali provenienti dagli scavi in genere, in quanto idonei, resteranno di proprietà della Stazione Appaltante che ne disporrà come riterrà opportuno. Il loro trasporto nei luoghi di accatastamento o immagazzinamento sarà a carico dell'Appaltatore, intendendosi l'onere compreso e compensato coi relativi prezzi di elenco riguardanti gli scavi.

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato in base alla differenza tra il volume totale del rilevato ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per il reimpiego dalla Direzione dei Lavori.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intenderanno compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali, e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per scavi di sbancamento.

Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Esso comprenderà anche gli oneri della preparazione del piano di posa del rilevato, come: l'eliminazione di radici, erbe, limi e le argille contenenti materie organiche e microrganismi che sussistano sul piano di posa del rilevato stradale.

Ove sia necessario, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla stabilizzazione del terreno in quanto appartenente alle categorie A/6-A/7 o quando l'indice di gruppo del terreno non superi 10, mescolando allo strato superficiale del terreno correttivo in rapporto occorrente a realizzare per lo spessore prescritto uno strato sufficientemente compatto ed impermeabile capace di evitare rifluimenti di argilla negli strati superiori o affondamenti di questi.

Tale strato comunque dovrà essere compattato fino ad ottenere una densità del 95% della massima.

Inoltre è compreso l'onere del rivestimento delle scarpate con terra vegetale per uno spessore di almeno 20 cm e la perfetta profilatura delle scarpate. Il prezzo per lo scavo di sbancamento di bonifica verrà corrisposto solo nel caso che a richiesta della Direzione dei Lavori venga spinto a profondità superiore a 20 cm sotto il piano di campagna e solo per i volumi eccedenti tale profondità; e a detto maggiore volume eccedente verrà estesa la contabilizzazione del rilevato.

La compattazione meccanica del rilevato sarà valutata a metro cubo quale compenso in aggiunta a quello della formazione dei rilevati, quando detta compattazione venga esplicitamente ordinata dalla Direzione dei Lavori.

b) Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto o in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, ecc.

Le opere da eseguire nelle trincee verranno considerati come scavi per fondazione solamente quando eseguiti al di sotto del piano orizzontale o inclinato, secondo il pendio longitudinale, del fondo della cunetta sistemata. Tutti gli altri scavi eseguiti al di sopra del predetto piano, anche ove servano per fare luogo alle murature, verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a metro cubo coi prezzi relativi di elenco.

Nelle opere esterne alle trincee saranno considerati scavi di fondazione quelli posti al di sotto del piano di sbancamento o quelli al di sotto del piano orizzontale passante dal punto più basso del terreno naturale interessante la fondazione dell'opera.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume eguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi, vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellamento occorrente.

Nel caso in cui venisse ordinato che il fondo dei cavi abbia pareti scampanate, la base di fondazione di cui sopra si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione e di sbancamento l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato:

- 1) di tutti gli oneri e spese relativi agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo, paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro o a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto e indennità di deposito;

- 2) delle spese occorrenti: per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per le formazioni di gradoni, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- 3) dell'eventuale perdita parziale o anche totale dei legnami impiegati nei puntellamenti ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di cavi di sbancamento;
- 4) ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi e tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno sempre considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rialzi stessi.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano le varie zone successive, a partire dalla quota di sbancamento fissata in uno dei modi sopra indicati e proseguendo verso il basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione del volume stesso del prezzo di elenco fissato per lo scavo nella ripetuta zona.

I prezzi relativi agli scavi di fondazione saranno applicabili anche agli scavi di fondazione per pozzi qualunque sia la loro sezione planimetrica.

Con i prezzi d'elenco, si intendono, altresì, compensati gli oneri che si incontrino per scavi che si debbano eseguire in presenza di acqua fino a quando l'altezza dell'acqua stabilizzata nei cavi non superi l'altezza di 20 cm ed essa non dipenda da cause occasionali.

Nei detti prezzi sono, altresì, compresi gli oneri derivanti da infiltrazioni di acqua fino a quando la portata si mantenga pari od inferiore a 5 litri al minuto primo e siano indipendenti da cause accidentali. È compreso l'onere dei rinterri dei cavi intorno alle murature di fondazione e la pilonatura delle materie stesse.

c) Scavi subacquei

Quando nei cavi di fondazione l'acqua che si stabilisce naturalmente superi i 20 cm, per la parte eccedente tale limite verrà corrisposto il compenso per scavo subacqueo.

Qualora la Direzione dei Lavori ritenesse di fare eseguire l'esaurimento dell'acqua o il prosciugamento dei cavi, allo scavo verrà applicato il prezzo normale dei cavi di fondazione.

d) Rilevati e reinterri

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Salvo diversa disposizione, la formazione di rilevati ed il riempimento di cavi con materiali provenienti da località esterne al cantiere verranno valutati in base al volume del rilevato o del rinterro eseguito secondo le sagome ordinate e quindi senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti e far sì che i rinterri ed i rilevati assumano la sagoma prescritta al cessare degli stessi. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

TURE PROVVISORIALI - PARATIE SUBALVEE

Nei prezzi di elenco relativi alle voci suddette e inerenti ad opere di difesa di scavi in presenza d'acqua sono compresi tutti gli oneri per l'acquisto del legname e degli elementi metallici necessari per l'esecuzione dell'opera, la mano d'opera ed il macchinario necessario per l'infissione dei pali, la posa in opera delle tavole e longarine di collegamento, la posa degli elementi metallici, le chiodature e legature, lo sfrido di materiale vario dovuto a rotture, guasti o a impossibilità di recuperi ed ogni altro lavoro o fornitura, nessuno escluso od eccettuato, per dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati resteranno di proprietà dell'Appaltatore che dovrà provvedere a sue spese per la rimozione e il recupero.

La misurazione delle ture e delle paratie verrà effettuata valutando la superficie effettiva delle opere ed applicando il prezzo relativo ad ogni voce. L'altezza sarà quella ottenuta partendo dalla base inferiore degli elementi all'estremo superiore utile della difesa; la lunghezza sarà ottenuta misurando lo sviluppo sulla mezzzeria della struttura.

PALI DI FONDAZIONE

- a) Pali in legno** - Per i pali in legno la lunghezza comprenderà anche la parte appuntita, e per diametro si assumerà quello a metà lunghezza del palo.
Quando, stabilita la lunghezza dei pali da adottare, il palo raggiunga la capacità portante prima che la testa sia giunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Appaltatore; ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originale.
Nel prezzo al metro sono compresi, oltre la fornitura del palo dell'essenza richiesta, la lavorazione della punta, l'eventuale applicazione delle puntazze in ferro (pagandosi a parte la sola fornitura del ferro), l'applicazione e fornitura delle ghiera di testata, la posa in opera a mezzo di appositi e capaci battipali e la mano d'opera occorrente. La lunghezza d'infissione si otterrà dalla differenza fra la lunghezza complessiva del palo prima della messa in opera e la lunghezza della parte emergente dal terreno dopo l'infissione.
- b) Pali in cemento armato** - Per i pali in cemento armato, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e posa in opera, si precisa che il prezzo comprende la fornitura del palo completo di armatura metallica, di puntazze di ferro robustamente ancorate al calcestruzzo, delle cerchiature di ferro, nonché dei prismi di legno a difesa della testata.
- c) Pali trivellati o battuti lavorati in opera** - Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo a metro lineare comprende pure l'onere dell'infissione del tubo forma, la fornitura ed il getto del calcestruzzo ed il suo costipamento con mezzi idonei, il ritiro graduale del tubo forma, la posa in opera dell'armatura metallica. Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte. L'onere dell'eventuale foratura a vuoto per l'esecuzione dei pali trivellati è compreso e compensato nel prezzo relativo a detti pali.

Per tutti i tipi suindicati di pali nel prezzo di essi è altresì compreso l'onere delle prove di carico; l'appaltatore non potrà, in ogni caso, richiedere maggiorazioni di prezzo per l'infissione di pali con un'inclinazione inferiore ai 15° rispetto all'asse verticale.

MURATURE E CONGLOMERATI

a) Murature in genere - Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè intonaci e dedotti i vani, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi di tutte le opere in muratura, tanto in fondazione quanto in elevazione, si intenderà sempre compresa qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco delle murature, sempreché questo non sia previsto con pagamento separato.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri: tale rinzafo sarà sempre eseguito e compreso nel prezzo unitario anche a tergo dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni; è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scola delle acque e delle immorsature e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà della Stazione Appaltante, come in generale per tutti i lavori per i quali s'impiegano materiali di proprietà della Stazione Appaltante (non ceduti all'Impresa), si intende compreso ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali stessi per renderli idonei alla messa in opera, nonché la messa in opera degli stessi.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i suddetti prezzi normali delle murature con pietrame fornite dall'Appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera ecc., del pietrame ceduto.

Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso.

Le murature rette o curve in pietrame o mattoni saranno quindi pagate a metro cubo coi prezzi di elenco stabiliti per i vari tipi, strutture e provenienza dei materiali impiegati.

Le volte rette od oblique e gli archi in conci di pietrame o mattoni saranno pagati anche essi a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco ed in essi s'intendono

comprese tutte le forniture, lavorazioni e magistero per dare la volta in opera completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e di intradosso profilati e stuccati.

b) Murature di pietra da taglio - La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e altri pezzi, da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Nei relativi prezzi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri, di cui alla precedente lettera a).

c) Riempimento di pietrame a secco - Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo e con il relativo prezzo di elenco.

e) Paramenti di faccia-vista - I prezzi stabiliti in tariffa per lavorazione delle facce-vista che siano da pagare separatamente alle murature, saranno applicabili, qualunque sia la qualità o provenienza del pietrame per il rivestimento, anche se, per ordine della Direzione dei Lavori, tale qualità e provenienza risultassero diverse da quelle del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavatura delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento.

Nella misurazione dei paramenti saranno dedotte le parti occupate da pietra da taglio, da cortine di mattoni e da pietre artificiali.

e) Calcestruzzi, smalti, cementi armati e cappe - I calcestruzzi per fondazioni, murature, vòlti, ecc., gli smalti ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo di calcestruzzo o di smalto, escluso l'acciaio da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto.

I calcestruzzi, gli smalti ed i cementi armati costruiti di getto fuori d'opera saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume dell'acciaio per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali o altre opere simili, ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascuna di esse quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte l'acciaio occorrente per le armature interne dei cementi armati.

I lastroni di copertura in cemento armato saranno valutati a superficie comprendendo, per essi, nel relativo prezzo di tariffa anche l'acciaio occorrente per l'armatura e la malta per fissarli in opera, oltre tutti gli oneri di seguito descritti.

Nei prezzi di elenco dei calcestruzzi, smalti, lastroni e cementi armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del calcestruzzo, le armature in legname di ogni sorta grandi e piccole per sostegno degli stampi, i palchi provvisori di servizio e l'innalzamento dei materiali, nonché per le volte anche le centine nei limiti di portata che sono indicati nei singoli prezzi di elenco (sempreché non sia convenuto di pagarle separatamente con specifica voce di EP).

Nei chiavicotti tubolari in calcestruzzo cementizio da gettarsi in opera, la parte inferiore al diametro, da gettarsi con modine, ed i pozzi sagomati saranno contabilizzati come calcestruzzo ordinario secondo la dosatura. La parte superiore al diametro sarà calcolata come calcestruzzo per vòlti senza alcun speciale compenso per la barulla da usarsi come centinatura sfilabile.

Le cappe sulle vòlte saranno misurate a volume, comprendendosi in esso anche lo strato superiore di protezione di malta di cemento. Nel computo del volume non verrà tenuto conto dello strato di sabbia soprastante che l'Impresa dovrà eseguire senza speciale compenso, essendo questo già compreso nel prezzo al metro cubo stabilito in elenco per le cappe sulle vòlte.

f) Intonaci - Stucchi e rabbocature - Gli intonaci e gli stucchi di qualunque genere, sia a superficie piana che a superficie curva, saranno valutati a metro quadrato, applicando i prezzi della tariffa alla superficie effettiva dei muri intonacati, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo dei muri per le lesene, riquadri, fasce, bugne e simili, purché le rientranze e sporgenze non superino i 10 cm.

DEMOLIZIONI DI MURATURE

I prezzi per la demolizione si applicheranno al volume effettivo delle strutture da demolire.

I materiali utilizzabili che, dovessero essere reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco.

a) Demolizione di murature:

verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

b) Demolizione di pavimenti:

dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie visibile.

ACCIAIO PER CALCESTRUZZO

Il peso dell'acciaio in barre ad aderenza migliorata di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per aggiunte non ordinate. Il peso delle armature verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura, della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera ed ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori indicati.

GABBIONI METALLICI

I prezzi assegnati in elenco saranno da applicare separatamente per la fornitura e confezione in opera dei gabbioni mediante rete metallica e per il riempimento.

Il riempimento sarà valutato a seconda dell'effettiva lavorazione che verrà ordinata dalla Direzione dei Lavori. Salvo disposizioni contrarie da impartire di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, la parte esterna in vista, nonché quella relativa ai piani di posa e di combaciamento laterale, esclusa quella contro terra, verrà valutata come muratura a secco, calcolando il volume in base ad una rientranza pari a una volta e mezzo la rientranza media della pietra di paramento. Il resto del volume del gabbione sarà valutato come bloccaggio.

TERRE RINFORZATE

- a) Con geogriglie
- b) Con griglia e armatura metallica
- c) Con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 70° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento - rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o biodegradabile che trattenga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 40 g/m², collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso;

- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee (10pz. x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m², che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità;
- realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi. Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna e composta in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione e deformazione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,35 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

- a) con geogriglie: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geogriglie costituite da polimeri di varia natura (poliestere, polivinilalcol, poliamide, polietilene e polipropilene) e aventi struttura piana con una distribuzione regolare delle dimensioni della maglia. Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare, oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (da definire mediante calcolo e comunque non inferiore a 25 kN/m) e deformazione massima a rottura non superiore al 13% (UNI EN ISO 10319) compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale (basato su un fattore di riduzione f_m (fattore di sicurezza complessivo di una geogriglia per il rinforzo dei terreni) sul materiale di rinforzo non superiore a 2) che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere identificate in accordo con gli Standard di qualità conformi alle norme vigenti. Le geogriglie dovranno avere il marchio CE in conformità alle norme, rilasciato da un organismo accreditato. Le geogriglie dovranno inoltre essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione), dal BBA (British Board Agreement) o altro equivalente istituto accreditato per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni. La geogriglia, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene risvoltata attorno alla facciata chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili o da cassieri in rete elettrosaldati fissi, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego delle geogriglie, aventi maglia aperta, è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati alla geogriglia, geostuoie tridimensionali d'obbligo su terre rinforzate spondali, biostuoie in fibra vegetale o geosintetici a maglia aperta.
- b) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, a aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5x45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.
- c) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione conforme alle Linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con maglia esagonale minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3), tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,2 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) e successivo rivestimento plastico (conforme alle UNI EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm e diametro complessivo del filo 3,2 mm, avente resistenza nominale non inferiore a 35 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a una biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

Non sono necessarie manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione delle piantine non attecchite e della ripetizione delle operazioni di idrosemina in caso di fallanza. L'opera può essere messa in

crisi da svuotamenti accidentali dei vari strati di terreno compreso tra i fogli di rete, per cedimento delle biostuoie o per incendio del paramento.

LAVORI DI METALLO

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

CARREGGIATA

a) Compattazione meccanica dei rilevati - La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

b) Massicciata - La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi relativi prezzi di elenco.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della Direzione dei Lavori verrà fatta con canne metriche, col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo dalle dimensioni di m. 1,00 x 1,00 x 0,50 o con qualunque altro sistema idoneo.

All'atto della misurazione sarà facoltà della Direzione dei Lavori dividere i cumuli in tante serie, ognuna di un determinato numero, e scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Appaltatore non avrà ottemperato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che potesse derivargli da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Appaltatore e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

c) Impietramento od ossatura - L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'Appaltatore s'intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti. La misura ed il pagamento possono riferirsi al volume misurato in opera od in cataste come per la precedente lettera b).

d) Cilindratura di massicciata e sottofondi - Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindare.

Coi prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature indicati nel presente capitolato, s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorra, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorran, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto potrà essere necessario per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra.

e) Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata - Anche per queste voci la valutazione è prevista a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti nelle qualità e quantità prescritte dal capitolato speciale d'appalto, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa ad ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto e richiesto dalla Direzione dei Lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente prescritto.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

f) Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Manti di conglomerato - Pavimentazioni di cemento - I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come sopra previsto. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

La Direzione Lavori si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

g) Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido - Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato con i prezzi di elenco.

Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre e ciottoli, per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolazione del suolo, per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato o calcestruzzo, questo verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

h) Soprastrutture stabilizzate - Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

SCARIFICA DI PAVIMENTAZIONI

I disfacimenti delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE

I ripristini delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti, e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

POZZETTI DI RACCORDO-ISPEZIONE E CHIUSINI

La fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo/ispezione dei cavidotti in più o in meno rispetto alle indicazioni di progetto verrà compensata a numero applicando, in relazione alle dimensioni, il rispettivo prezzo di elenco, mentre per quanto riguarda il chiusino la valutazione verrà fatta a peso applicando il relativo prezzo di elenco per la ghisa o il ferro lavorato zincato.

SEGNALETICA ORIZZONTALE

Tutte le opere di segnaletica orizzontale saranno valutate a misura e a corpo come previsto nell'elenco prezzi unitari, lista delle categorie o descrizione particolareggiata dell'opera. Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Nel caso di valutazione a misura si seguiranno le seguenti modalità:

- le strisce continue longitudinali, trasversali e diagonali (orizzontali), verranno compensate a metro lineare effettivo;
- le strisce discontinue, longitudinali, (orizzontali), verranno compensate a metro lineare di effettiva verniciatura;
- i passaggi pedonali zebrati e strisce di arresto e zebature verranno compensati a metro quadrato secondo l'effettiva superficie verniciata;
- l'esecuzione di disegni vari, iscrizioni e diciture di qualsiasi genere con l'impiego dei prodotti menzionati, compreso tutti gli oneri di tracciamento, eseguiti a perfetta regola d'arte, saranno misurati secondo l'area del minimo rettangolo o parallelogramma circoscritto a ciascuna lettera;
- per le frecce la relativa area sarà quella della superficie effettivamente marcata.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti delle misure. Eventuali bolle e relativi documenti dovranno essere trasmessi al Direttore dei Lavori o ai suoi assistenti, secondo le norme di contabilità del presente capitolato e comunque ogni qualvolta ne sarà fatta richiesta.

TUBI DI CEMENTO

I tubi di cemento saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfilanco qualora prescritto.

CIGLI E CUNETTE

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a metro cubo, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al frattazzo.

PARACARRI - INDICATORI CHILOMETRICI - TERMINI DI CONFINE

Nel prezzo unitario dei paracarri, indicatori chilometrici, indicatori segnaletici e termini di confine è compresa ogni operazione e provvista del materiale occorrente per la messa in opera, compresa, l'incisione delle lettere e dei numeri nei termini e nelle pietre chilometriche.

SEMINAGIONI E PIANTAGIONI

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, sono compresi la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione come prescritto dai rispettivi articoli. Nelle vimate sono pure compresi ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino la Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

LAVORI IN ECONOMIA

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal d.lgs. n. 36/2023 e s.m.i.

L'importo di tali prestazioni e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 50, c. 1 del d.lgs. 36/2023 e s.m.i.

MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accredito in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metà del prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accredito del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

PARTE IV - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

In merito alla qualità e provenienza dei materiali, oltre a quanto specificato all'interno del presente capitolato, dovranno essere ottemperate, qualora più restrittive, le prescrizioni introdotte con il Decreto "CAM strade" entrato in vigore il 21 dicembre 2024, prescrizioni riportate nella tavola D-13.

Art. 27. Accettazione in generale

Il controllo di accettazione sarà eseguito dalla Direzione Lavori, tuttavia resta sempre all'Appaltatore la piena responsabilità sui materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo tenuto a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte ed a quelle dei campioni esaminati o fatti esaminare dalla Stazione Appaltante. Quando la Direzione dei Lavori abbia denunciato una qualsivoglia provvista non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra corrispondente alle qualità volute. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente sgomberati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità; possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese. Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Art. 28. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi, e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

Art. 29. Impiego di materiali o componenti di minor pregio

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 30. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità al regolamento sui prodotti da costruzione (EU) 305/2011 (CPR). Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provveranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua

convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 31. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. 32. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

Art. 33. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 Gennaio 2018.

Art. 34. Materiali e prodotti per uso strutturale

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- a) identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- b) certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- c) accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, che quelle di accettazione. I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del regolamento (EU) 305/2011 (CPR), ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "attestazione di conformità" deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori. Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata

attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle presenti Norme tecniche. Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

Art. 35. Materiali per la formazione di calcestruzzi

Il calcestruzzo da impiegare deve essere conforme alla prescrizioni di progetto relative a classe di resistenza, classe di consistenza del getto, diametro massimo dell'aggregato e classe di esposizione ambientale con riferimento alla UNI EN 206, riportate negli elaborati grafici e relazionali del progetto esecutivo.

Inoltre, per i processi di maturazione e le procedure di posa in opera si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 13670 ed alle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale" e alle "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le componenti del calcestruzzo devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- a) Acqua di impasto: deve essere conforme alla norma UNI EN 1008, compresa l'acqua di riciclo. La qualità dell'acqua d'impasto per la produzione del calcestruzzo può influenzare il tempo di presa, lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo e la protezione dell'armatura contro la corrosione. L'acqua per gli impasti ed il lavaggio degli inerti dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e/o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati.
- b) Leganti idraulici: dovranno impiegarsi leganti idraulici dotati di marcatura CE in conformità alla norma UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni della Legge 26 Maggio 1965 n°595. È escluso l'impegno di cementi alluminosi e dei cementi per sbarramenti di ritenuta. Vista l'aggressività dell'ambiente dovranno impiegarsi cementi resistenti ai solfati conformi alla norma UNI 9156 e cementi resistenti al dilavamento conformi alla norma UNI 9606. Il cemento in sacchi sarà depositato in magazzini asciutti e protetti, in modo da differenziare ogni spedizione giunta al cantiere. Il cemento sfuso sarà fornito ai silos degli impianti ad una temperatura non superiore a 65°C e si dovrà evitare un lungo periodo di stoccaggio. Il cemento dovrà essere usato nello stesso ordine con il quale arriva in cantiere, per evitare lunghi immagazzinamenti.
- c) Aggregati: dovranno essere ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri alla norma UNI EN 13055. Dovranno inoltre essere conformi alle prescrizioni riportate nella norma UNI 8520-2 relativamente alla potenziale reattività degli alcali, al contenuto di contaminanti leggeri, alla resistenza ai cicli gelo-disgelo ed alla resistenza alla frammentazione.
- d) Additivi: dovranno essere conformi alla norma UNI EN 934-2 e le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi. Le proprietà che devono avere sono le seguenti: essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento, non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo e non provocare la corrosione dei ferri d'armatura. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità. In ogni caso l'Impresa deve presentare uno studio da cui risultino le ragioni dell'uso, il fine cui si tende, il tipo di additivo da impiegare, le sue proprietà caratteristiche ed i risultati di prove sperimentali eseguite secondo le norme vigenti, con particolare riferimento agli effetti dell'uso dell'additivo stesso sulla resistenza e durabilità del conglomerato.

Il calcestruzzo da utilizzare dovrà avere classe di resistenza C35/45 e classe di esposizione ambientale XD2 con copriferro pari a 40 mm per i manufatti potenzialmente a contatto con i sali disgelanti, come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Art. 36. . Acciaio da armatura per cemento armato

L'acciaio da impiegare come armatura nel cemento armato dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento, fornito in barre non ossidate e non corrose, pulite, senza difetti superficiali che ne diminuiscano la resistenza, non ricoperte da sostanze o scorie che ne possano ridurre l'aderenza al conglomerato cementizio.

Prima della fornitura in cantiere l'acciaio da armatura può essere saldato, presagomato (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblato (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli elementi in acciaio da armatura devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali si deve fare riferimento a quanto previsto nella UNI EN 10080.

Tutte le armature metalliche da c.a. dovranno essere tagliate a misura, sagomate e poste in opera comprese le legature di filo di ferro, i distanziatori, eventuali sfidi, sovrapposizioni anche se non chiaramente espresse negli elaborati ma richieste dalla normativa vigente.

Tutti gli acciai, prima del loro utilizzo dovranno essere accuratamente pretrattati al fine ottenerne il completo sgrassaggio e la rimozione di tutte le impurità superficiali. Non sarà ammesso l'uso di materiale su cui sono presenti processi di ossidazione anche se di tipo superficiale.

Art. 37. Acciaio per strutture metalliche ed altri impieghi

Per la realizzazione di strutture metalliche, strutture composite ed altri singoli componenti si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10025-2, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Le tipologie di acciaio da carpenteria da utilizzare per la realizzazione delle opere oggetto del presente appalto sono le seguenti:

- a) del tipo S355J2 per quanto riguarda la struttura del ponte in acciaio;

Per l'identificazione e la qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali si applica quanto specificato nella norma UNI EN 1090-1, per la struttura oggetto del presente progetto la classe di esecuzione delle strutture è stabilita EXC3.

Per la realizzazione della struttura si dovranno impiegare acciai laminati forniti in prodotti lunghi (laminati mercantili, travi ad ali parallele, laminati ad U), prodotti piani (lamiere e piatti, nastri), profilati cavi (tubi prodotti a caldo) e prodotti derivati (travi saldate, profilati a freddo, tubi saldati, lamiere grecate).

Gli acciai per strutture saldate, oltre che soddisfare i requisiti già specificati per gli acciai per strutture metalliche, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili. La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. Dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate al capitolo 11.3.4.5 del D.M. 17 Gennaio 2018 e quelle relative alle norme europee armonizzate citate in tale sezione. Sulle saldature sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale di base.

Le giunzioni bullonate dovranno realizzarsi con l'impiego di bulloni a serraggio controllato in conformità alla norma UNI EN 14399 con classe di resistenza 10.9. I bulloni dovranno essere caratterizzati da un trattamento superficiale di brunitura o di zincatura a caldo.

Art. 38. Guaina bituminosa impermeabilizzante

La membrana bituminosa impermeabilizzante dovrà essere interposta "a freddo" tra la struttura di supporto costituita dalla soletta in cemento armato e la pavimentazione stradale realizzata con conglomerato bituminoso applicato a caldo direttamente al di sopra della membrana impermeabile stessa. La membrana si incolla direttamente con il calore della pavimentazione bituminosa che vi viene stesa sopra e la cui adesione prosegue e si rafforza nel tempo sotto l'azione del traffico e della irradiazione solare, il calore dello strato carrabile attiva le proprietà adesive della miscela che riveste la faccia inferiore della membrana a contatto con il piano di posa determinandone automaticamente l'incollaggio.

Le caratteristiche e le prestazioni della membrana dovranno soddisfare i requisiti della EN 14695-2010 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico".

Viste le criticità tipiche delle infrastrutture le membrane da utilizzare dovranno avere caratteristiche particolari e resistenze specifiche superiori ai prodotti tradizionali ed in particolare dovranno soddisfare i seguenti requisiti di base:

- a) Elevata resistenza meccanica per resistere senza rotture o fessurazioni alle elevate sollecitazioni meccaniche a cui è sottoposta sia durante le fasi di realizzazione (stesura del binder stradale) che di esercizio (transito carrabile);
- b) Elevato valore di adesione sia al sottostrato di supporto (soletta in c.a. dell'impalcato stradale) che alla pavimentazione soprastante per evitare fenomeni di scivolamento/scorrimento della pavimentazione in fase di esercizio;
- c) Resistenza ad elevate sollecitazioni termiche (calore) per consentire l'applicazione a caldo, direttamente al di sopra della membrana, della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, senza rischi di danneggiamento, ritiro dimensionale o punzonamento;
- d) Elevata resistenza meccanica e al punzonamento per consentire le operazioni di transito e posa dei mezzi operativi di cantiere, per la stesura e la compattazione della pavimentazione stradale;
- e) Resistenza all'acqua e ad altre soluzioni di percolamento (sali disgelanti) e ai cicli gelo/disgelo.

La tipologia di membrana da utilizzare sarà costituita da una miscela a fase continua polimerica a base di bitume distillato e polimeri elastomerici e plastomerici armata con un tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo elastico e resistente al punzonamento. La faccia inferiore dovrà essere spalmata da una miscela auto-termoadesiva a base di elastomeri e resine, elastica anche a bassa temperatura e protetta da un film siliconato pelabile.

Art. 39. Appoggi strutturali

Gli appoggi strutturali devono essere di tipo a disco elastomerico incapsulato ed essere conformi alla pertinente norma armonizzata europea UNI EN 1337 e devono recare la marcatura CE. Dovranno essere di tipo fisso e mobile unidirezionale per realizzare dei vincoli di tipo cerniera e carrello secondo le prescrizioni di progetto.

Prima della posa in opera degli apparecchi di appoggio l'Impresa dovrà provvedere al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali, se necessario, dovranno essere rettificati con malta cementizia additivata con resina epossidica. L'impresa procederà successivamente al posizionamento degli apparecchi ed al loro collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto applicando nuovamente la malta epossidica per intasare i vuoti derivanti dai giochi e dalle tolleranze necessarie per il montaggio della struttura.

Art. 40. Giunti di dilatazione per pavimentazioni

I giunti di dilatazione dovranno essere costituiti da manufatti in neoprene o gomma vulcanizzata armata e dovranno consentire movimenti relativi tra l'impalcato e le spalle, evitare il percolamento delle acque meteoriche attraverso il varco e garantire la continuità strutturale della pavimentazione in corrispondenza del varco del giunto. Le caratteristiche dei giunti di dilatazione stradale per uso strutturale devono essere conformi alle Linee Guida del Benessere Tecnico Europeo ETAG 032.

Art. 41. Materiali per pavimentazioni stradali

L'emulsione bituminosa per l'ancoraggio dello strato di binder allo strato di base e del tappeto di usura allo strato di binder deve avere un contenuto di bitume residuo pari al 55% (inteso come rapporto volumetrico percentuale del bitume disperso sul volume totale) e le seguenti caratteristiche (estratte dal capitolato ANAS per le pavimentazioni stradali):

Tabella 4.7. Requisiti di accettazione per bitumi modificati spruzzati a caldo per mani d'attacco/ancoraggio

BITUME MODIFICATO PER MANI D'ATTACCO - SOFT O HARD		
Caratteristiche	U.M.	Valore
Penetrazione @ 25° C	dmm	50-70
Punto di rammollimento	° C	60-90
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
Viscosità dinamica a 160° C	Pa · s	0,10-0,4

Tabella 4.8. Requisiti di accettazione per emulsioni cationiche non modificate

EMULSIONI CATIONICHE NON MODIFICATE			
Caratteristiche	U.M.	a rapida rottura	a media velocità
Contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40	≤ 45
Contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
Grado di acidità (pH)		2-5	2-5
CARATTERISTICHE DEL BITUME ESTRATTO			
Penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
Punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Tabella 4.9. Requisiti di accettazione per emulsioni cationiche modificate

EMULSIONI CATIONICHE MODIFICATE		
Caratteristiche	U.M.	Valori
Contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40
Contenuto di bitume	% in peso	≥ 60
Grado di acidità (pH)		2-4
Polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)
Sedimentazione a 7 gg	%	< 10
CARATTERISTICHE DEL BITUME ESTRATTO		
Penetrazione a 25° C	dmm	50-120
Punto di rammollimento	° C	≥ 40
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -8
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 55

I bitumi da impiegare dovranno essere caratterizzati dalle seguenti proprietà (estratte dal capitolato ANAS per pavimentazioni stradali):

Tabella 4.5. Requisiti di accettazione per bitumi tal quali

BITUMI TAL QUALI		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di ramollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass	° C	≤ -6	≤ -8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica (160° C)	Pa · s	0,03-0,10	0,02-0,10
valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test invecchiamento artificiale)			
incremento del punto di ramollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua (25° C)	%	≥ 40	≥ 50

Tabella 4.6. Requisiti di accettazione per bitumi modificati

BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI				
Caratteristiche	U.M.	Base modifica BM	Soft	Hard
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di ramollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica (160° C)	Pa · s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,45
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3	≤ 3
valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test invecchiamento artificiale)				
penetrazione residua (25° C)	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
incremento del punto di ramollimento	%	≤ 9	≤ 8	≤ 5

L'immissione dei modificanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso. Nel caso di impiego di bitumi modificati l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio delle relative lavorazioni, una scheda tecnica del materiale che intende impiegare redatta dal fornitore dalla quale risulti il nome del fornitore stesso, dello stabilimento di produzione e del prodotto con la precisazione del tipo di modifica apportata e l'elenco completo delle caratteristiche del bitume modificato.

Gli aggregati da utilizzare per il conglomerato bituminoso devono essere costituiti da elementi lapidei sani, duri, privi di parti decomposte o alterate dalle azioni atmosferiche od altro, idrofughi, di forma prismatica e non lamellare, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da argilla, terriccio, polvere od altre sostanze estranee. Gli aggregati dovranno avere specifiche caratteristiche geometriche (granulometria, forma, appiattimento, tessitura), fisiche (meccaniche e di durabilità, Los Angeles, gelo-disgelo) e chimiche (proprietà mineralogiche, idrofilia-idrofobia).

Tabella 4.3. Limiti da Capitolato Anas per i principali parametri caratterizzanti gli aggregati

Indice	Usura chiusa	Usura drenante	Binder	Basebinder	Base
Perdita in peso Los Angeles	≤ 20%	≤ 20%	≤ 25%	≤ 25%	≤ 25%
Resistenza al gelo/disgelo	≤ 1%	≤ 1%	-	-	-
Aggregati "alluvionali" (da frantumazione di rocce tondeggianti - % in peso)	Se concesso dalla DL < 50%	Se concesso dalla DL < 40%	-	-	-
Aggregati frantumati (privi di facce tonde - % in peso degli aggregati alluvionali)	Se concesso dalla DL ≥ 80%	Se concesso dalla DL ≥ 80%	100%	≥ 70%	≥ 70%
PSV (Polished Stone Value) tessitura superficiale tramite Skid tester	≥ 44	≥ 44	-	-	-
Coefficiente di appiattimento	≤ 15%	≤ 15%	≤ 15%	≤ 15%	≤ 15%

Gli aggregati dovranno presentare marcatura CE in accordo alla norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico".

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso dovranno essere le seguenti (estratte dal capitolato ANAS per le pavimentazioni stradali):

Tabella 4.10. Prescrizioni volumetriche e meccaniche per conglomerati bituminosi

CSA 2017	Base	Basebinder	Binder	Usura A	Usura B	Drenante	Dren.AE
Apertura setacci (mm)	Passante %						
31.5	100	100	---	---	---	---	---
20	68-88	78-100	100	---	---	100	---
16	55-78	66-86	90-100	100	---	---	---
14	---	---	---	---	---	90-100	100
12.5	---	---	66-86	90-100	100	---	94-100
10	---	---	---	---	---	---	75-85
8	36-60	42-62	52-72	70-88	90-100	12-35	---
6.3	---	---	---	---	---	---	20-32
4	25-48	35-50	34-54	40-58	44-64	7-18	8-14
2	18-38	20-38	25-40	25-38	28-42	6-12	6-12
0.5	8-21	8-21	10-22	10-20	12-24	5-11	5-11
0.25	5-16	5-16	6-16	8-16	8-18	5-10	5-10
0.063	4-8	4-8	4-8	6-10	6-10	4-8	4-8
% legante	3,8-5,2	4,0-5,3	4,1-5,5	4,5-6,1	4,5-6,1	4,8-5,8	5,3-6,3
Vuoti a N_1^*							≥ 28
Vuoti a N_2^*							≥ 22
Vuoti a N_3^*							≥ 20
Rt	0,72-1,40		0,72-1,60		---		
CTI (GPa*10 ⁻³)	≥ 65 (bitume tal quale)		≥ 65 (bitume tal quale)				
Rt	0,95-1,70		0,95-1,90		0,36-0,70	0,34-0,68	
CTI (GPa*10 ⁻³)	≥ 75 (bitume soft e hard)		≥ 75 (bitume soft e hard)		≥ 30	≥ 25	

Tabella 4.11. Prescrizioni sulla permeabilità per strati di usura drenante

Usura drenante	
Capacità drenante (l/min)	> 18

Tabella 4.12. Prescrizioni sulla resistenza allo slittamento/derapaggio per strati di usura

Usura chiusa/usura drenante	
PTV (Pendulum Test Value)	> 55

Tabella 4.13. Prescrizioni sui parametri CAT_{20} (valore CAT corretto per riportarlo a una temperatura standard di 20°C) e HS per ogni tipologia di miscela

Tipologia lavorazione	CAT_{20}	HS (mm)
Conglomerati bituminosi per strati di usura	58	0,4
Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder)	50	0,3
Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	62	0,4
Conglomerati bituminosi drenanti	53	1,0
Conglomerati bituminosi drenanti con argilla espansa	56	0,8
Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal spessore 6 mm	62	0,5
Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	55	0,3
Irradiazione meccanica di irruvidimento (pallinatura)	$CAT_{finale} > CAT_{iniziale} + 5$	N.A.

Tabella 4.15. Prescrizioni sulla percentuale di vuoti per ogni tipologia di miscela

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm: UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Basebinder	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8
Drenante	16	27
Drenante AE	15	26

Art. 42. Tubi in acciaio per micropali

L'armatura tubolare sarà costituita da:

- profilati cavi finiti a caldo, conformi alla norma UNI EN 10210-1

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'Appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per ogni fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

Art. 43. Scogliera di pietrame

Gli elementi lapidei dovranno essere privi di discontinuità significative quali fratture, venature, stiloliti, laminazioni, piani di foliazione, piani di sfaldabilità, cambiamenti di "facies" o altri difetti analoghi che potrebbero causare rottura durante il carico, lo scarico o la posa in opera.

I requisiti granulometrici saranno conformi ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 13383-1 (classi HMA1000-3000 e HMA3000-6000).

Per quanto riguarda la forma, il materiale dovrà rientrare nella categoria LTA della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza all'usura il materiale dovrà rientrare nella categoria MDE10 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.

PARTE V - MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

In merito alle modalità di esecuzione dei lavori, oltre a quanto specificato all'interno del presente capitolato, dovranno essere ottemperate, qualora più restrittive, le prescrizioni introdotte con il Decreto "CAM strade" entrato in vigore il 21 dicembre 2024, prescrizioni riportate nella tavola D-13.

Art. 44. Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti. A tempo debito dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe 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.

Art. 45. Scavi e rilevati in genere

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

a) Scavi. - Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fuggatori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

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

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

b) Rilevati. - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se

disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

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

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

- 1)** la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
- 2)** le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

Numerosità dei campioni

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	1
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	2
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	2
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	4
e	> 2500 mq	< 6000 mc	DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Art. 46. Rilevati compattati

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali (vedi norme di cui all'articolo "Qualità e Provenienza dei Materiali" lettera f), da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazioni a ridosso dei piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

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

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

Art. 47. Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, nel rispetto delle norme vigenti, del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo", dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese e poi trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

Nella effettuazione dei rinterri l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quando prevista dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

b) Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi secondo UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1:

A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;

A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO. Per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm² su ogni strato finito.

c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 secondo UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1.

d) Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere eseguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cm².

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

Art. 48. Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Art. 49. Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

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

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà della Stazione Appaltante, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò

pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggotamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Art. 50. Armature e sbadacchiature speciali per gli scavi di fondazione

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie. Esse restano a totale carico dell'Appaltatore, essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Appaltatore.

Art. 51. Paratie o casseri in legname per fondazioni

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 52. Micropali

Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro < 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive
- Micropali a semplice cementazione

Definizioni

Micropali a iniezione multipla selettiva

Si definiscono micropali ad iniezione multipla selettiva quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

Micropali a semplice cementazione

Si definiscono micropali a semplice cementazione quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

La cementazione può avvenire a semplice gravità, o a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

• **Normativa di riferimento**

- I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative e, dove applicabili, a tutte quelle indicate nelle sezioni di capitolato richiamate nel testo:
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, Dic. 1984.
- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL PP N° 30483 del 24/09/1988 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL.PP. n° 218/24/3 "Legge 02/02/74 n° 64 - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11/3/1988: "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".
- Decreto ministero Lavori Pubblici n° 55/1992
- Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988
- Norma UNI 7163 – 1979
- Norma UNI 4634: Prescrizioni per la qualifica dei saldatori
- Norma ASTM D1 143-81: "Standard test method for piles under static axial compressive loads"
- Raccomandazione dell'Associazione geotecnica Italiana sui pali di fondazione del Dicembre 1984
- Norma DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.
- D.M. 17 gennaio 2018, e circolare n 7 c.ss.ll.pp del 21/01/19.

• **Oneri e prescrizioni generali**

- a) Prima di dare inizio ai lavori l'APPALTATORE dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.
- b) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.
- c) Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo)
- d) L'APPALTATORE dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).
- e) Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'APPALTATORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie (vedi sezione prove preliminari).
- f) Sarà cura dell'APPALTATORE apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.
- g) Sarà cura dell'APPALTATORE adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE

evitare che l'installazione dei pali arrechi danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

h) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei pali.

i) Sarà cura dell'APPALTATORE far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI, qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto

j) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali (micropali), fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per

eliminare tale parte) ed alla ricostruzione, fino al piano d'imposta della fondazione sovrastante.

k) L'APPALTATORE dovrà provvedere, con il procedere dei lavori, alla redazione del progetto "as built" che dovrà riportare tutte le informazioni relative alla stratigrafia effettivamente rinvenuta durante la perforazione di ogni palo, la loro effettiva profondità posizione e quota.

L'APPALTATORE dovrà inoltre essere indicati i m³ gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro onde poter riscontrare le difformità tra i valori gettati e quelli attesi. Tali dati dovranno essere trasmessi alla DL. Eventuali anomalie dovranno essere riportate sul progetto "as built".

SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Per la presenza di terreni di natura prettamente granulare nel sito in cui sarà prevista la realizzazione degli stessi, sarà necessario impiegare il rivestimento provvisorio per sostenere le pareti del foro e garantire la corretta esecuzione dei micropali.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

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

Previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI potrà essere adottato la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco", senza rivestimento non è di norma ammessa; potrà essere adottata, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$c_u > \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale; per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice

La perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso di impiego della rotopercolazione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo Sistema KLEMM), L'APPALTATORE dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parte I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.

In caso contrario per modalità di impiego della rotopercolazione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI, a sua discrezione, potrà richiedere all'APPALTATORE di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico del medesimo APPALTATORE.

PROVE PRELIMINARI

La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera o soggezioni ambientali, l'idoneità di tali attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive dovranno essere verificate mediante l'esecuzione di prove preliminari su campo prova.

• Prove in corso d'opera

Sui pali di fondazione, ad esclusione di quelli sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali, devono essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1.5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

La presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1.2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso per ciascun sistema di fondazione il numero complessivo di prove non deve essere inferiore a :

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore $5+n/500$, se il numero di pali è superiore a 500.

Fermo restando il numero complessivo delle prove di carico minimo sopra indicato, il numero di prove di carico statiche può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche sostitutive, da tarare con quelle statiche di progetto su pali pilota, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali, per verificarne lunghezza, integrità strutturale. In ogni caso, deve essere eseguita almeno una prova di carico statica.

Per fondazioni su pali di opere che ricadono in condizioni ambientali particolarmente severe, quali ad esempio le strutture offshore con elevato battente d'acqua, si può fare riferimento a specifiche normative di comprovata validità.

Tutti gli oneri relativi all'esecuzione delle prove preliminari e delle prove in corso d'opera sui pali, se non diversamente previsto mediante apposite somme accantonate a quadro economico, sono completamente a carico dell'Appaltatore.

TOLLERANZE

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm
- scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico: ± 2 %
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro finito: ± 5 %
- quota testa micropalo: ± 5 cm.

MATERIALI

Le specifiche che seguono integrano le prescrizioni elencate per le armature in acciaio, per le malte in calcestruzzo e per i conglomerati cementizi, che si intendono qui integralmente richiamate.

I micropali costruiti dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

• Tubi in acciaio

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'APPALTATORE dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori \varnothing 8 mm.

• Profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12, 14m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme citate.

La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

• Malte e miscele cementizie di iniezione

- Cementi:

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno secondo quanto prescritto nella sez. relativa ai conglomerati cementizi.

- Inerti:

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

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

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

- Acqua di impasto:

Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimico-fisiche dovranno soddisfare quanto prescritto alla sezione relativa ai conglomerati cementizi.

- Additivi:

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

• Preparazione delle malte e delle miscele cementizie:

a) Caratteristiche di resistenza e dosaggi:

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:

$R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$

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

$a/c \leq 0.45$

b) Composizione delle miscele cementizie:

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

acqua: 5,4 kN

cemento: 12 kN

additivi: 0,1, 0,2 kN

con un peso specifico pari a circa:

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

c) Composizione delle malte cementizie:

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

acqua: 2,7 kN

cemento: 6 kN

additivi: 0,05, 0,01 kN

inerti: 11, 13 kN

d) Impianti di preparazione:

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi;
- vasca volumetrica per acqua;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min.);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici, per le miscele cementizie;
- mixer per le malte.

La tipologia e la frequenza dei controlli da eseguire su miscele e malte cementizie è indicata sulla Specifica di Controllo Qualità.

MODALITÀ ESECUTIVE

Vengono riportate di seguito le modalità esecutive per le diverse tecniche di realizzazione dei micropali.

• Micropali a iniezioni multiple e selettive (IRS)

- Perforazione:

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

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

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

- portata > 10 m³ /min
- pressione 8 bar.

- Allestimento del micropalo:

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

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

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

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

- Iniezione:

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

a) Formazione della guaina

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

b) Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

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

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

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

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

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

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

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

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

c) Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

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

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

- Controlli e documentazione:

Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:

utensile

fluido

rivestimenti

- caratteristiche dell'armatura
- volume dell'iniezione di guaina
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:

data

pressioni di apertura

volumi di assorbimento

pressioni raggiunte

- caratteristiche della miscela utilizzata: composizione

peso specifico

viscosità Marsh

rendimento volumetrico o decantazione

dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

• Micropali a semplice cementazione (IGU)

- Perforazione:

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

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

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

- portata > 10 m³ /min
- pressione 8 bar.

- Allestimento del micropalo:

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

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto, fino a raggiungere la profondità prevista nel progetto.

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

- Cementazione:

a) Riempimento a gravità

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

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

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

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

b) Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

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

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

- Controlli e documentazione:

Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:

utensile

fluido

rivestimenti

- caratteristiche dell'armatura
- volume della miscela o della malta
- caratteristiche della miscela o della malta utilizzata:

composizione

peso specifico

viscosità Marsh

rendimento volumetrico o decantazione

dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

PROVE DI CARICO

• Generalità

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

- Definizioni:

Si definiscono:

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

- Normative e specifiche di riferimento:

Valgono le Norme già richiamate ai punti iniziali, ed inoltre: ASTM D1 143-81 : "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

- Numero e ubicazione dei pali prova:

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

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera. Tuttavia per la scelta del numero dei pali da sottoporre a prova, si rimanda alle indicazioni fornite dal D.M. 17/01/2018. par 6.4.3.7.2.

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

• Prove su Micropali (Prove di carico assiale)

- Scelta dei carichi di prova:

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno

- Attrezzature e dispositivi di prova:

a) Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (< 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;

- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna palificata definitiva);

- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 5 diametri).

L'APPALTATORE, nei caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

b) Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto scelta dei carichi di prova.

- Preparazione dei micropali da sottoporre a prova:

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropali una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

a) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

- Programma di carico:

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

t = 0 (applicazione del carico)

t = 2'

t = 4'

t = 8'

t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$\delta s \leq 0.025$ mm.

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore: quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a t = 30', t = 45' e t = 60'.

2° CICLO

- Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes

- Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'

- Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'

- Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes

- Lettura dei cedimenti come in "b"

- Scarico come in "c"

- Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes

- Lettura dei cedimenti come in "b"

- Scarico con letture a t = 0, 5', 10', 15' e 30'.

3° CICLO

Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

Il carico Pprova, quando è < Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

$s (Plim) \geq 2 \cdot s (Plim - \delta P)$

$s (Plim) \geq 0.2 d + sel$

dove:

d= diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo

SPECIFICHE DI CONTROLLO E QUALITÀ

• Campi di applicazione

La presente procedura è applicabile alle seguenti tipologie esecutive:

Micropali

- Cementati con iniezioni multiple

- A cementazione semplice

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli nelle fasi di fornitura dei materiali, posa in opera e collaudo è il PCQ completo dei relativi certificati.

• Micropali (materiali)

Anche per la costruzione e posa in opera di questi pali l'APPALTATORE dovrà procedere all'acquisto di una serie di manufatti e di materiali che dovranno essere opportunamente controllati, sia alla fonte di approvvigionamento che alla consegna in cantiere, come sarà di seguito specificato.

- Armatura in ferro:

Le armature metalliche sono definite nel progetto esecutivo dei micropali.

Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di qualifica dei ferri d'armatura.

Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.

L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni lotto di armature per micropali.

- Tubi e profilati in acciaio:

Le prescrizioni tecniche e le relative specifiche progettuali sono definite nei disegni di progetto.

L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI. Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, e richiesta nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.

Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

- Malte e miscele cementizie:

Le miscele potranno provenire già preconfezionate da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

• Controlli in fase di realizzazione

- Controlli preliminari:

Prima dell'inizio della posa in opera dei micropali l'APPALTATORE deve consegnare alla DIREZIONE LAVORI una documentazione che contenga:

- rilievi stratigrafici del terreno;

- una relazione con la quale, in base alle caratteristiche stratigrafiche del terreno attraversato si specifichino le modalità di perforazione ritenute più adatte;

- l'elenco e la specifica tecnica delle attrezzature da impiegare;

- i risultati di eventuali prove preliminari di perforazione eseguite con le stesse modalità ed attrezzature proposte;

- effettuazione di campo prove per taratura dei parametri geotecnici assunti a base del progetto, ove richiesto dal progettista e concordati con la DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI potrà chiedere prove integrative o modifiche alla suddetta proposta operativa.

- Controlli in fase di realizzazione:

a) Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;

- verifica delle caratteristiche della miscela, mediante prove;
- verifica della immediata formatura della guaina cementizia subito dopo la immissione dell'armatura;
- verifica del tempo minimo di stagionatura della guaina (12 - 24 ore);
- verifica della pressione massima e delle portate d'iniezione;
- verifica dei volumi d'iniezione e della pressione di rifiuto, prescritta dal progetto.

A valle delle operazioni di getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume dell'iniezione di guaina;
- tabella delle iniezioni selettive con l'indicazione per ogni valvola e per ogni fase di:
- data
- pressione di apertura,
- volumi di assorbimento,
- pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
- composizione,
- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

b) Micropali a semplice cementazione

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.
- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;
- controllo del diametro dell'armatura tubolare.

Per il riempimento effettuato a gravità, si dovranno inoltre mettere in atto le seguenti attività:

- controllo del raggiungimento della corretta quota del tubo di alimentazione (10 , 15 cm. dal fondo);
- controllo che l'armatura tubolare abbia un diametro inferiore a 50 mm. per iniezioni di malta con inerti fini o miscela cementizia pura;
- verifica del riempimento totale con effettuazione degli eventuali rabbocchi, se necessari.

Per il riempimento effettuato a bassa pressione, si dovranno invece mettere in atto le seguenti attività:

- verifica della completezza del riempimento entro il rivestimento provvisorio;
- verifica della corretta installazione della testa a tenuta;
- controllo della corretta pressione d'immissione dell'aria;
- controllo del riempimento totale.

Anche per questo tipo di micropali, a valle delle operazioni di getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume iniettato;
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
- composizione,
- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

- Tipologia e frequenza delle prove per la miscela di iniezione:

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

Per ogni lotto, costituito da un medesimo impasto di miscela di iniezione, dovranno essere effettuate le seguenti prove:

- composizione
- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- resistenza a compressione.

Le prove dovranno essere effettuate sul posto o in un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o in un Laboratorio Ufficiale, i certificati dovranno essere allegati al dossier di qualifica dell'opera.

• Controlli finali

Una serie di controlli è prevista per i pali e per i micropali già completati, prima della loro utilizzazione.

Questa serie di controlli è sostanzialmente di tre tipi:

- controlli di resistenza meccanica sotto carico, sia di tipo distruttivo che non distruttivo;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di ammettenza meccanica;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di controllo sonico

I tre tipi di controlli sono utilizzati per garantire che i lotti di pali in esame diano sufficienti garanzie di resistenza e rispetto delle performances richieste dal progettista.

Essi non possono peraltro essere utilizzati per tutti i tipi di palo, in quanto i controlli di tipo sonico possono essere eseguiti soltanto su pali di medio e grande diametro. L'esecuzione di tutte le prove previste e richiedenti particolari predisposizioni dei pali, in accordo al progetto, al Capitolato di Costruzione ed alla presente Specifica debbono essere tassativamente previste e programmate prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Esse dovranno essere riportate nei relativi P.C.Q. in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono.

- Prove di carico:

Tutte le prove di carico sui pali saranno eseguite in accordo alle prescrizioni (preparazione del palo, strumentazione, piano di carico, entità del carico) specificate al punto 5.0, ed in accordo alle norme ASTM D 1143-81 "Standard Test Method for Piles under static axial compressive load".

Esse sono suddivise in due classi, in funzione del fatto che siano prove distruttive o no.

a) Prove a carico limite

Questo tipo di prove tende ad accertare i limiti di carico che causano la rottura del sistema palo terreno o valori molto vicini a questi limiti.

Questo tipo di prove è quindi distruttivo e deve infatti essere effettuato su pali appositamente predisposti, all'esterno della palificata da collaudare. Essa è applicabile sia a micropali che a pali di medio e grande diametro.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo,
- caratteristiche di omogeneità del terreno,
- affidabilità dell'opera,

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

Egli dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI numero e posizione planimetrica di questi pali all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni equivalenti dal punto di vista geotecnico.

La DIREZIONE LAVORI deve approvare la proposta dell'APPALTATORE o modificarla, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui installare il lotto di pali, rispetto a quelli in cui è stata già eseguita questa prova, per pali dello stesso diametro.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 3 volte il carico di esercizio stabilito dal progettista.

I controlli da effettuare sia prima che durante la prova sono gli stessi che saranno di seguito descritti per le prove di collaudo.

b) Prove di collaudo

Anche questo tipo di prova, non distruttiva deve essere effettuata sia su micropali che su pali di medio e grande diametro.

Il carico di prova deve raggiungere, al massimo, il valore di 1,5 volte il carico di esercizio, per $D < 100$ cm e 1,2 volte per $D > 100$ cm.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo
- caratteristiche di omogeneità del terreno
- affidabilità dell'opera

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

L'APPALTATORE dovrà concordare con la DIREZIONE LAVORI numero, localizzazione e modalità di esecuzione della prova dei pali da sottoporre a collaudo, all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo equivalenti dal punto di vista geotecnico e comunque deve essere almeno pari al 4 % del totale dei pali, con un minimo di N. 2 pali per opera.

L'APPALTATORE al termine dell'esecuzione dei pali proporrà i pali da sottoporre a prove di carico. La DIREZIONE LAVORI, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pali, e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pali dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pali da sottoporre a prova di carico.

Prima della prova il Responsabile di C.Q. dovrà verificare:

- preparazione della testa palo in accordo ai punti (micropali);
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico, come specificato.

All'atto della prova egli dovrà poi controllare:

- la corretta applicazione del carico, in accordo alla documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI, come già specificato.

Alla fine delle prove il responsabile di C.Q. dovrà redigere una scheda, da allegare al P.C.Q. che contenga, per ogni palo provato, i seguenti dati:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore.
- il dossier completo con tutte le tabelle complete tempo/carico/cedimento come specificato, per i diversi tipi di palo.

- Prove di controllo sonico:

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico
- prove cross-hole.

a) Carotaggio sonico

- Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m in verticale

- Frequenze di esecuzione

La Direzione Lavori potrà chiedere, a cura e spese dell'Appaltatore, l'esecuzione di carotaggi meccanici, verticali o comunque inclinati, per l'esecuzione di prove soniche in misura non superiore a 5 carotaggi ogni 100 pali o frazione. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL. I fori eseguiti per i suddetti carotaggi dovranno essere reintegrati con iniezioni di malta di cemento di adeguata densità e addizionata con additivo anti-ritiro in modo da ottenere la completa cementazione dei fori stessi.

- Modalità di esecuzione

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

- Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni palo:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata;

- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazione in funzione degli avanzamenti;

b) Prove cross hole

- Descrizione della prova

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto almeno due tubi all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto.

Utilizzando 3 tubi disposti ai vertici di un triangolo equilatero è possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.

- Frequenza di esecuzione

L'appaltatore dovrà predisporre, secondo le indicazioni della DL e prima dell'esecuzione del getto, il 50% dei pali per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole".

L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo.

Il controllo dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti scelti dalla DL. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

- Modalità di esecuzione

In uno dei fori predisposti viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazioni digitali.

- Documentazione della prova

La documentazione da emettere è analoga a quella dei carotaggi sonici e consiste in una scheda con la stessa tipologia di dati sopra elencati, ma riferiti alla strumentazione e tipo di registrazione applicabile.

- Prove di ammettenza meccanica:

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del palo.

I pali soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della DIREZIONE LAVORI.

La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pali non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

- Modalità di esecuzione

La prova viene effettuata colpendo la testa del palo con un piccolo martello contenente un trasduttore di forza.

La risposta è simultaneamente misurata mediante un rilevatore di velocità fissato alla periferia del palo.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.

Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.

La curva ottenuta è funzione del modulo E_c del conglomerato cementizio, della rigidità del terreno laterale di appoggio e della geometria del palo.

- Documentazione prodotta

La documentazione da produrre consisterà in una scheda, analoga a quella descritta per le prove soniche, nella quale, oltre ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, siano anche riportati tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

Art. 53. Posa in opera del calcestruzzo

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a 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 di materiale isolante o di collegamento, siano eseguibili in conformità alle disposizioni del progetto esecutivo e del Capitolato Speciale d'Appalto.

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.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto e si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Il conglomerato cementizio 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. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00 che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- a) malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- b) conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da 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 espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

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. L'Impresa potrà adottare per la cassetatura il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore

grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

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. In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto. Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 °C e 30 °C. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5°C. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto. I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5°C. Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità. Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte. Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e della conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing) da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei. I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a

spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 -1,5 kg/m³. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» ed alla Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

Per i getti di maggiori dimensioni, previa approvazione della Direzione Lavori, saranno consentite riprese con giacitura orizzontale (getto per strati successivi), e con giacitura verticale (getto per conci attigui). Le riprese di getto verticali dovranno essere sfalsate in modo da ottenere nel complesso un sistema più monolitico ed evitare la formazione di sezioni più favorevoli all'insorgere di lesioni.

In corrispondenza delle riprese di getto a giacitura orizzontale si dovrà provvedere alle seguenti operazioni prima dell'esecuzione dei getti di ripresa:

- a) pulizia della superficie del getto di livello inferiore con acqua in pressione;
- b) eliminazione mediante aria compressa o aspirazione dell'acqua in eccesso;
- c) applicazione a spruzzo di boiacca cementizia additivata con lattice immediatamente prima del getto di ripresa.

Riprese di getto a giacitura verticale dovranno essere realizzate solo in direzione trasversale alla direzione dell'armatura principale. In corrispondenza di tali riprese di getto, si dovrà provvedere al contenimento dei getti di prima fase mediante cassetteria "forata" costituita da una rete metallica a perdere tipo "Pernervometal". Le armature metalliche longitudinali dovranno attraversare la ripresa di getto. Eventuali riprese di armature per sovrapposizione dovranno essere eseguite, possibilmente, ad almeno 2 m dal baricentro della ripresa di getto.

Per ogni ripresa di getto si dovranno adottare sistemi impermeabilizzanti per evitare il flusso di acqua attraverso il giunto, tipo cordoli bentonici o Water Stop.

La Direzione Lavori esegue controlli periodici in corso d'opera per verificare la conformità dei materiali e degli impasti impiegati alle prescrizioni normative, nonché ai parametri stabiliti durante i controlli preliminari di qualificazione. Per le resistenze meccaniche il "controllo di accettazione" dovrà avvenire come definito dal D.M. Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e relativa Circolare, dovrà avvenire con le modalità ivi specificate.

L'opera o la parte di opera per la quale non sia verificata la conformità della resistenza a compressione non potrà essere contabilizzata finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite definite nel seguito.

L'Impresa avrà cura di tenere sempre aggiornato e dettagliato il diario delle prove su cubetti. La Direzione Lavori può richiedere, durante il corso dei lavori, ulteriori controlli oltre a quelli previsti dalla legge in funzione dell'entità dei getti, delle caratteristiche statiche delle strutture, dell'andamento climatico e della spiccata singolarità delle opere. Su richiesta della Direzione Lavori saranno pure prelevati provini dai getti già eseguiti, quando si abbia motivo di dubitare della loro buona riuscita. Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione

e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Il prelievo dei campioni di calcestruzzo fresco avverrà secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-1:2009. Per il giudizio di conformità della consistenza deve essere effettuata una prova per ogni giorno di getto. Il campione prelevato per determinarne la consistenza, deve essere rappresentativo dell'impasto, carico o consegna (UNI EN 12350-1:2009). La consistenza degli impasti è ritenuta conforme se la consistenza misurata rientra nella classe di consistenza specificata. Per il giudizio di conformità del rapporto a/c, del contenuto di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato, deve essere effettuata almeno una determinazione per ogni giorno di getto. Il rapporto a/c è ritenuto conforme se il suo valore medio non supera il valore previsto per la miscela in esame e se i singoli valori non superano di oltre 0,05 il detto valore.

La conformità per il contenuto di cemento è raggiunta quando il suo valore medio è uguale o maggiore al valore prescritto. Singoli risultati possono essere minori, ma non oltre il 5% in massa rispetto al valore di specifica. Il controllo in cantiere della composizione del calcestruzzo fresco sarà eseguito secondo la norma UNI EN 12350. La conformità per l'assortimento granulometrico è raggiunta se:

- a) le singole percentuali di passante dell'aggregato grosso (norma UNI 8520) non si discostano più del 5% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele;
- b) le singole percentuali di passante dell'aggregato fino (norma UNI 8520) non si discostano più del 3% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele.

Laddove sia previsto l'impiego di additivi aeranti deve essere effettuata almeno una determinazione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco per ogni giorno di getto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12350-7:2009. La conformità per il contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco è verificata se ogni valore di prova dei singoli campioni supera il valore di specifica ma non più del 2%, a meno di particolari prescrizioni.

È facoltà della D.L. rifiutare carichi di calcestruzzo che nei controlli in corso d'opera non rispondano ai requisiti prescritti. I getti effettuati con miscele non conformi non potranno essere contabilizzati finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite.

Per le caratteristiche non trattate nelle su elencate Norme Tecniche i piani di campionamento ed i criteri di conformità devono essere concordati preventivamente, tenuto conto dei sistemi di verifica e del livello di affidabilità previsto per le strutture o per il manufatto di calcestruzzo presi in considerazione. Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'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.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Nessun indennizzo è previsto all'Impresa per la progettazione costruttiva, posa in opera e lo smontaggio di qualsiasi opera provvisoria.

Si prescrive l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Quando previsto in progetto o quando formalmente ordinato dalla Direzione Lavori, per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere si intende compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme o del conglomerato cementizio.

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità dello spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla D.L., potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

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

Art. 54. Posa in opera dell'acciaio d'armatura

Ciascun elemento metallico per l'armatura del conglomerato cementizio deve rispondere alla legge, deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, ove prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Le barre di acciaio per armatura saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Gli acciai destinati ad armature di conglomerati cementizi armati, normali e precompressi, dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalla Norme Tecniche per le costruzioni 2018 e da tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle norme in vigore che certifichi gli avvenuti controlli (esistenza del Marchio depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici) e consentire al Direttore dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto dalle Norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018.

Durante i lavori dovranno essere prelevati, per essere inviati a Laboratori Ufficiali o autorizzati, non meno di tre campioni per ciascun diametro utilizzato, ogni 1000 barre o partita se di minore entità, della lunghezza rispettivamente di:

- a) 1,20 m per diametro delle barre inferiore o uguale a 10mm;
- b) 1,50 m per diametro delle barre compreso tra 12 e 18 mm;
- c) 1,80 m per diametro delle barre superiore o uguale a 20 mm.

In caso di risultato sfavorevole delle prove di resistenza e duttilità, previste per legge, il complesso delle barre al quale si riferisce il campione dovrà essere accantonato e identificato in attesa dei risultati delle ulteriori verifiche. Rimane comunque salva la facoltà del Direttore dei Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

Le tolleranze nel posizionamento delle armature normali (barre) sono riportate di seguito; chiamando "S" lo scarto tra la posizione teorica di progetto e quella effettiva in opera, sono ammessi questi valori:

- a) copriferro armature strutturali:
 - i. $S = - 0.0 \text{ cm}$
 - ii. $S = + 1.5 \text{ cm}$ ($S = 1.0 \text{ cm}$ per solette)
- b) armature di ripartizione o di diffusione (nel senso ortogonale al copriferro):
- iii. $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché siano rispettati i valori di copriferro ed interferro)
- c) interasse delle staffe:
- iv. $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché le differenze positive e negative si compensino nello spazio di 1 m).

Per ogni tipo di acciaio le giunzioni delle barre di armatura devono essere eseguite dove indicato negli elaborati di progetto (esecutivo e costruttivo); eventuali giunzioni non previste in progetto dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori.

La giunzione delle barre di diametro fino a 30 mm compreso, di norma, deve essere eseguita per sovrapposizione.

La giunzione tramite saldatura di barre di armatura, secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto o quando richiesta in opera, previa approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere effettuata secondo quanto prescritto dalla normativa EN ISO 17660:2002 (Welding of reinforcing steel) con particolare riferimento ai processi e alla loro qualifica, ai materiali e al paragrafo 'Welded joints'. Valgono comunque le seguenti prescrizioni.

La saldatura deve essere del tipo elettrico-manuale con elettrodo. Le barre da giuntare devono essere accostate di testa, senza alcuna puntatura, con interspazio compreso fra 5 e 10 mm. Due spezzoni di barra dello stesso tipo e diametro delle barre da giuntare (ad eccezione delle barre da 30mm per le quali il diametro degli spezzoni deve essere da 24mm) aventi lunghezza minima, ciascuno, di dieci volte il diametro stesso, devono essere accostati, simmetricamente all'intersezione delle barre. La saldatura tra le barre e gli spezzoni deve essere realizzata, per tutta la lunghezza dei tratti sovrapposti, su entrambi i lati, ottenendo così otto cordoni di saldatura.

Prima di procedere all'esecuzione delle giunzioni, l'Impresa deve effettuare un ampio studio nonché le prove di qualificazione per definire in dettaglio le caratteristiche dei materiali da impiegare e i procedimenti di esecuzione. L'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle giunzioni, una relazione tecnica indicante per ogni tipo e diametro delle barre di armatura, nonché per ogni

posizione di giunzione (orizzontale, verticale e inclinata), i materiali ed i procedimenti di giunzione che intende impiegare. Nella suddetta relazione devono in particolare essere evidenziate, descritte e motivate le seguenti questioni:

- a) il procedimento di saldatura che l'Impresa intende seguire in relazione alle caratteristiche dell'acciaio;
- b) il tipo di elettrodi che l'Impresa intende impiegare;

Dopo l'esame, con esito positivo, da parte della Direzione Lavori, della suddetta relazione tecnica, l'Impresa deve eseguire le prove di qualificazione secondo i seguenti criteri:

- a) i giunti da sottoporre a prova distruttiva di trazione saranno giunti 'gemelli', cioè eseguiti su spezzoni di barre dello stesso diametro, in posizione e condizione ambientale analoga a quella del corrispondente giunto in opera. L'Impresa deve sottoporre alle prove di trazione di cui ai punti seguenti, per ogni lotto di 150 giunti eseguiti dallo stesso operatore, nella stessa posizione (verticale, orizzontale, inclinata) e con lo stesso diametro e tipi di barra il seguente numero di campioni scelti dalla Direzione lavori: a) per il primo lotto, un giunto tra i primi dieci eseguiti, un giunto tra i successivi quaranta e un giunto tra i successivi cento, b) per ognuno dei lotti successivi: un giunto;
- b) dovranno essere effettuati due giunti di prova per ogni tipo e per il massimo diametro previsto dalle barre di armatura, nonché per ogni posizione del giunto (orizzontale, verticale, inclinata);
- c) tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti all'esame visivo; esso consiste nel verificare dopo l'esecuzione del giunto, quando questo si è raffreddato a temperatura ambiente, che il giunto stesso non presenti difetti quali cricche, incisioni, scarsità di materiale, ecc.
- d) tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti a prova distruttiva di trazione:

In sede di qualificazione, la resistenza a trazione deve essere uguale o superiore al 125% del carico minimo di snervamento della barra di armatura, nonché deve essere maggiore o uguale al carico di rottura prescritto per la barra.

In corso d'opera, la resistenza a trazione di tutti i giunti provati deve essere uguale o superiore al carico di rottura prescritto per le barre di armatura.

La giunzione meccanica di barre d'armatura secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto dovrà essere effettuata con manicotti tipo Lenton e secondo quanto prescritto nella certificazione e nei manuali d'uso del produttore.

I manicotti dovranno essere del tipo indicato negli elaborati di progetto (di riduzione o di posizione), o approvati dalla Direzione Lavori, e dotati di una resistenza allo snervamento nominale non inferiore a 550 MPa e una resistenza a trazione non inferiore a 775 MPa.

I manicotti dovranno essere serrati con apposita chiave di serraggio fornita dal produttore e la filettatura delle barre rispondente ai requisiti della casa produttrice dei manicotti.

Copriferro ed interferro saranno conformi alle disposizioni delle norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/1996 e successivi aggiornamenti), emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086, alle prescrizioni del presente progetto.

Lo spessore di copriferro previsto per i diversi manufatti è dettagliato negli elaborati grafici di progetto e nelle relazioni tecniche. Si ammette una tolleranza di -0, +15 mm rispetto ai valori sopra indicati.

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, inghisaggi, supporti, pozzetti, camicie per passaggio tubi, conduit o altro, ecc. nelle solette, setti, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi e accessori quali parti di impianti, tubi, passerelle, cavi, supporterie, appoggi, passi d'uomo, passerelle e scale di ispezione, giunti, smorzatori, parapetti, mensole, segnalazioni, pad-eye, ecc.. L'onere relativo è compreso e ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa è tenuta a fornire assistenza per la posa in opera di apparecchi, tubazioni, passerelle forniti e posti in opera da altre Ditte, relativamente a tutte le installazioni previste negli elaborati di progetto.

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 di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di strutture o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e l'assistenza muraria.

Gli inserti sono costituiti da carpenteria metallica che deve essere resa solidale alle strutture in conglomerato cementizio previo posizionamento e fissaggio prima della posa in opera del conglomerato stesso. Eventuali particolari istruzioni di posizionamento saranno precisate negli elaborati di progetto o in appositi articoli di Capitolato.

L'Impresa deve provvedere a porre in opera tutti gli inserti previsti nelle diverse strutture e a fornire e porre in opera tutti i materiali occorrenti per il loro posizionamento, sostegno e fissaggio, comprese le eventuali dime di posizionamento.

La posa in opera di inserti vari (profilati normali o del tipo Halfen, piastre, manicotti, telai, zanche, mensole, conduits, elementi di polifore, ecc.) deve essere eseguita con operazioni analoghe a quelle indicate al paragrafo precedente ma, di norma, senza l'ausilio di maschere.

Gli inserti, comunque, devono essere rigidamente fissati nella posizione prescritta ed eventualmente collegati all'armatura metallica. Le tolleranze sono quelle indicate sugli elaborati di progetto.

Art. 55. Opere strutturali in carpenteria metallica

L'Impresa si assumerà la responsabilità dell'esecuzione delle strutture in acciaio, dovrà attenersi a quanto indicato in progetto e seguire le indicazioni che fornirà la D.L.. Nessun maggiore compenso verrà riconosciuto alla Ditta per opere particolarmente complesse e che richiedono speciali attenzioni e maggiori oneri. Nessuna opera in acciaio potrà essere eseguita senza controllo e approvazione preventiva della D.L.; in caso di infrazione a quanto sopra la D.L. avrà la facoltà di ordinare la demolizione ed il rifacimento delle opere eseguite senza preventiva approvazione, a spese esclusive dell'Impresa, e nessun diritto per maggiori oneri potrà essere invocato dalla ditta appaltatrice.

Il varo della struttura dovrà avvenire nel pieno rispetto delle vigenti Norme in termini di esecuzione e sicurezza sul lavoro.

Le opere da eseguire riguardano principalmente le strutture in carpenteria metallica per la realizzazione della struttura principale del ponte comprensiva delle arcate di sostegno dell'impalcato, delle travi principali e secondarie dell'impalcato stesso da realizzarsi in acciaio S355J2.

L'Impresa dovrà assumersi l'onere di realizzare il complesso di opere su descritto, che dovrà presentare la funzionalità prevista dagli elaborati progettuali inerenti le strutture metalliche portanti con tutte le implicazioni comportamentali conseguenti. Il comportamento d'insieme del complesso strutturale e delle singole membrature, dal punto di vista delle deformazioni, degli eventuali movimenti differenziali e dello stato di sollecitazione, dovrà essere quello illustrato in progetto e la rigidità complessiva dovrà essere quella progettata. Prima di procedere alla costruzione delle opere, l'Impresa dovrà redigere un progetto costruttivo e verificare integralmente le dimensioni di tutti gli elementi, tenendo conto sia delle tecniche di montaggio che come ditta specializzata possiede, sia delle problematiche connesse con il trasporto.

Nel caso in cui l'Impresa ritenesse indispensabile, per propri motivi produttivi o di montaggio modificare anche leggermente quanto indicato in progetto, ferma restando la necessità di non modificare la geometria, la capacità portante e la conseguente caratteristica estetica, dovrà previamente ottenere l'autorizzazione dalla D.L. Si fa inoltre presente che il peso totale delle strutture così come progettate, è conseguente alla definizione di sezioni metalliche dei singoli elementi atte a contenere le deformazioni complessive. Nel caso l'Impresa, per propri motivi produttivi, proponesse di aumentare le sezioni progettate e quindi il peso totale, tale variazione potrà essere ammessa dalla D.L. previa opportune verifiche; rimane sin d'ora concordato che tale eventuale aumento di peso sarà sopportato dall'Impresa senza costo aggiuntivo per il Committente.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere dovranno essere quelle riportate sulle tavole progettuali ossia si utilizzerà acciaio S 355 J2 (UNI EN 10025-2) per la struttura principale del ponte. Tutte le verifiche iniziali, intermedie e finali che saranno richieste dalla D.L. o necessarie ai fini della corretta costruzione, dovranno essere eseguite dall'Impresa e saranno a totale carico dell'Impresa stessa. Tutte le strutture metalliche dovranno essere rispondenti a quanto descritto dal presente capitolato, dagli elaborati progettuali e dalla normativa vigente. Le superfici metalliche dovranno essere esenti da scaglie, cricche e ripiegature. Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e dimensioni e nei limiti delle tolleranze previste in progetto. Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti con dispositivi agenti per pressione, non saranno ammessi riscaldamenti locali. I tagli dovranno essere

regolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti. I fori per bulloni dovranno essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma. Le opere strutturali in acciaio da realizzarsi sono documentate nel progetto posto a corredo del presente Capitolato e dovranno eseguirsi con riferimento alla norma UNI EN 1090-2 relativamente alla classe di esecuzione delle strutture EXC3.

L'Impresa dovrà adottare ogni attrezzatura, onere e tecnologia atta al varo della struttura del ponte nelle modalità previste a progetto o, in alternativa, proposte dall'impresa stessa sotto la supervisione della Direzione Lavori e il Coordinatore della sicurezza in fase di Esecuzione.

Le unioni con bulloni saranno eseguite previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio o sabbiatura, nel caso di acciaio non zincato, a metallo bianco. Nelle unioni si dovrà sempre far uso di rondelle; i bulloni da utilizzare saranno del tipo a serraggio controllato secondo la norma UNI EN 14399 e dovranno appartenere alla classe 10.9 ed i dadi e viti ad alta resistenza. Tutti gli elementi che andranno a formare la bulloneria dovranno essere trattati con brunitura o zincatura a caldo come indicato negli elaborati di progetto. Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata: tutte dovranno comunque essere tali da garantire una precisione non minore del 5%.

In ogni caso per le bullonature degli elementi strutturali dovranno essere rispettate le disposizioni della normativa vigente. Il controllo del serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito secondo le prescrizioni contenute nella normativa vigente, con la precisazione che dovrà essere controllato il valore di serraggio di almeno il 20% dei bulloni di ogni giunto: tale controllo dovrà comunque riguardare non meno di due bulloni per giunto. Se in un giunto anche un solo bullone non risponderà alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto dovranno essere controllati. I giunti dovranno essere accuratamente protetti, con il metodo utilizzato per il resto della struttura, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. Tutti i bulloni che avranno ricevuto il serraggio definitivo dovranno essere opportunamente contrassegnati onde evitare eventuali omissioni e per individuare l'esatta posizione raggiunta dal dado. Quando negli accoppiamenti bullonati si rendesse necessario l'inserimento di spessoramenti, l'Impresa dovrà darne immediatamente avviso alla D.L. per la necessaria approvazione. In particolare il materiale di spessoramento dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per le strutture ed in ogni caso dovranno essere seguite le indicazioni che fornirà la D.L..

Il costruttore dovrà fornire opportuna documentazione che attesti di possedere le capacità per realizzare la struttura in classe di esecuzione EXC3, in particolare:

- a) Organigramma e personale responsabile per ciascun aspetto dell'esecuzione;
- b) Le procedure, i metodi e le istruzioni di lavoro da applicare;
- c) Un piano di ispezione specifico dei lavori;
- d) Una procedura per la gestione di cambiamenti e modifiche;
- e) Una procedura per la gestione delle non conformità;
- f) Punti specificati di arresto o requisito che testimonino le ispezioni o le prove ed ogni eventuale conseguente requisito di accesso.

Durante l'esecuzione deve essere preparata sufficiente documentazione, come riportato al punto 4 della EN1090-2, in cui si registrano le diverse fasi di come sia costruita la struttura al fine di dimostrare che i lavori sono stati eseguiti secondo le specifiche di esecuzione.

Per i prodotti costituenti da utilizzare per l'esecuzione di strutture di acciaio devono rispondere alle pertinenti norme europee elencate e ne devono essere specificate le seguenti caratteristiche:

- a) Resistenza (a snervamento e a trazione);
- b) Allungamento;
- c) Riduzione della sollecitazione dei requisiti di area (STRA), se richiesta;
- d) Tolleranze su dimensioni e forma;
- e) Resistenza agli urti o tenacità, se richiesta;

- f) Condizioni di fornitura del trattamento termico;
- g) Requisiti per spessore passante (qualità Z), se richiesto;
- h) Limiti alle discontinuità interne o alle cricche nelle zone da saldare, se richiesto.
- i) Caratteristiche di saldabilità:
 - i) Classificazione in conformità al sistema di raggruppamento dei materiali definito nel CEN ISO/TR 15608 oppure;
 - ii) Un limite massimo per il carbonio equivalente dell'acciaio, oppure;
 - iii) Una dichiarazione della sua composizione chimica a un livello di dettaglio sufficiente a consentire il calcolo del carbonio equivalente.

Le caratteristiche dei prodotti costituenti forniti devono essere documentate in modo da poter essere confrontate alle caratteristiche specificate. Per i prodotti metallici, i documenti di ispezione secondo la norma EN 10204 devono essere elencati nel prospetto seguente. I documenti di ispezione di tipo 3.2 sono idonei anche se nel prospetto seguente sono indicati i documenti di tipo 3.1. Per gli assiami di bulloneria strutturale e altri elementi di collegamento è possibile utilizzare documenti di ispezione conformi alla serie EN ISO 16228 invece di documenti secondo la EN 10204.

Documenti di ispezione di prodotti metallici

Prodotto costituente	Documenti di ispezione
Acciai per impieghi strutturali (prospetti 2 e 3) Acciaio per impieghi strutturali tipo \leq S275 Acciaio per impieghi strutturali tipo $>$ S275	2.2 a),b) 3.1 b)
Acciai inossidabili (prospetto 4) Resistenza allo snervamento alla trazione minima dello $0,2\% \leq 240$ MPa Resistenza allo snervamento alla trazione minima dello $0,2\% > 240$ MPa	2.2 3.1
Getti di acciaio	3.1 c)
Materiali di apporto per saldatura (prospetto 5)	2.2
Assiami di bulloneria strutturale nella serie EN 14399 Assiami di bulloneria strutturale nella serie EN 15048	3.1 d),e) 2.1
Viti ^{f)} , dadi ^{f)} , o rondelle ^{f)}	2.1
Rivetti solidi per la rivettatura a caldo	2.1
Viti autofilettanti e autoperforanti e rivetti ciechi	2.1
Prigionieri per la saldatura di prigionieri ad arco	3.1
Giunti di espansione per ponti	3.1
Cavi ad alta resistenza	3.1
Appoggi strutturali	3.1
a)	Documento di ispezione 3.1 se è specificato un limite minimo di snervamento di 275 MPa e il materiale è sottoposto a prova all'energia d'urto specificata a una temperatura minore di 0 °C.
b)	La EN 10025-1:2004 richiede che gli elementi compresi nella formula CEV debbano essere riportati nel documento di ispezione. La segnalazione di altri elementi aggiuntivi richiesti dalla EN 10025-2 deve comprendere Al, Nb e Ti.
c)	Documento di ispezione 2.2 se il limite minimo di snervamento è specificato ≤ 355 MPa e il materiale è sottoposto a prova all'energia d'urto specificata a una temperatura minore di 20 °C.
d)	Se gli assiami sono contrassegnati da un numero di lotto di fabbricazione e il fabbricante è in grado di rintracciare i valori caratteristici misurati dai registri interni (di fabbrica) di controllo della produzione sulla base di tale numero, può essere omesso il certificato di ispezione 3.1 di cui alla EN 10204.
e)	I documenti di ispezione devono comprendere i risultati delle prove di idoneità.
f)	Applicabile se viti, dadi o rondelle sono forniti per l'utilizzo in applicazioni non precaricate e non come componenti di un assieme di elementi di collegamento secondo la serie EN 14399 o la serie EN 15048.

Per gli EXC3 ed EXC4, la tracciabilità dei prodotti costituenti deve essere garantita in ogni fase, dal ricevimento alla consegna conseguente all'incorporazione nell'opera. Tale rintracciabilità può basarsi sui registri relativi ai lotti di prodotti assegnati a un processo di produzione comune, a meno che non sia specificata la rintracciabilità per ogni singolo prodotto costituente. Per gli EXC2, EXC3 ed EXC4, se sono in circolazione contemporaneamente più tipi e/o qualità di prodotti costituenti, ogni singolo prodotto costituente deve essere contrassegnato da un marchio che ne identifica il tipo e la qualità.

Se non diversamente specificato, i prodotti di acciaio per impieghi strutturali devono essere conformi ai requisiti delle norme di prodotto europee pertinenti elencate nei prospetti seguenti. I tipi, le qualità e, se appropriato, i pesi e le finiture del rivestimento devono essere specificati insieme a tutte le opzioni richieste ammesse dalla norma di prodotto, comprese quelle relative all'idoneità per la zincatura per immersione a caldo, se pertinente.

Norme di prodotto per acciai al carbonio per impieghi strutturali

Prodotti	Requisiti tecnici di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni a I e ad H	EN 10025-1 e EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 come pertinente	EN 10365	EN 10034
Sezioni a I ad ali inclinate laminate a caldo		EN 10365	EN 10024
Canali		EN 10365	EN 10279
Angoli ad ali uguali e diseguali		EN 10056-1	EN 10056-2
Sezioni a T		EN 10055	EN 10055
Lamiere, piatti e larghi piatti		Non applicabile	EN 10029 EN 10051
Barre e vergelle		EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Sezioni cave finite a caldo	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Sezioni cave formate a freddo	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2
Nota La norma EN 10020 fornisce definizioni e classificazioni dei tipi di acciaio. Le designazioni degli acciai per nome e per numero sono indicate rispettivamente nella EN 10027-1 e nella EN 10027-2.			

Norme di prodotto per lamiere e nastri adatti alla formatura a freddo

Prodotti	Requisiti tecnici di fornitura	Tolleranze
Acciai per impieghi strutturali non legati	EN 10025-2	EN 10051
Acciai per impieghi strutturali a grano fine saldabili	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
Acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo	Serie EN 10149, EN 10268	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140
Acciai laminati a freddo	ISO 4997	EN 10131
Acciai zincati per immersione a caldo rivestiti in continuo	EN 10346	EN 10143
Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico	EN 10169	EN 10169
Nastri stretti	EN 10139	EN 10048 EN 10140

Norme di prodotto per gli acciai inossidabili

Prodotti	Requisiti tecnici di fornitura	Tolleranze
Fogli, lamiere e nastri	EN 10088-4	EN ISO 9444-2, EN ISO 9445 (tutte le parti), EN ISO 18286
Tubi (saldati)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Tubi (senza saldatura)	EN 10297-2	
Barre, vergelle e sezioni	EN 10088-5	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Le designazioni degli acciai per nome e numero sono indicate nella EN 10088-1.		

Se non diversamente specificato, le tolleranze di spessore per le lamiere d'acciaio per impieghi strutturali devono essere di classe A in conformità alla norma EN 10029 per le lamiere d'acciaio laminate a caldo e alla norma EN ISO 18286 per le lamiere d'acciaio inossidabile laminate a caldo.

Le condizioni della superficie dei prodotti costituenti devono essere tali da consentire il raggiungimento dei requisiti pertinenti relativi al grado di preparazione dei substrati di acciaio per vernici e prodotti correlati. Per gli acciai al carbonio, i requisiti relativi alle condizioni della superficie sono i seguenti:

- a) Classe A1 per le lamiere e i larghi piatti, in conformità ai requisiti della EN 10163-2;
- b) Classe C1 per i profilati in conformità ai requisiti della EN 10163-3.

Tutti i materiali di apporto per saldatura devono essere conformi ai requisiti della norma di prodotto appropriata come elencato nel seguente prospetto:

Nome di prodotto per i materiali di apporto per saldatura

Materiali di apporto per saldatura	Norme di prodotto
Gas di protezione per saldatura e taglio ad arco	EN ISO 14175
Fili elettrodi e depositi di saldatura per saldatura ad arco in gas protettivo di acciai non legati e a grano fine	EN ISO 14341
Fili elettrodi pieni, abbinamenti fili elettrodi pieni e fili elettrodi animati/flusso per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati e a grano fine	EN ISO 14171
Elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco di acciai ad alta resistenza	EN ISO 18275
Fili animati tubolari per la saldatura ad arco, con o senza gas di protezione, di acciai non legati e a grano fine	EN ISO 17632
Flussi per saldatura ad arco sommerso	EN ISO 14174
Elettrodi rivestiti per la saldatura manuale ad arco di acciai inossidabili e resistenti ad alta temperatura	EN ISO 3581
Bacchette, fili e depositi per saldatura TIG di acciai non legati e a grano fine	EN ISO 636
Elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco di acciai non legati e a grano fine	EN ISO 2560
Fili e nastri elettrodi, fili e bacchette per la saldatura ad arco di acciai inossidabili e di acciai resistenti ad alta temperatura	EN ISO 14343
Fili elettrodi, fili, bacchette e depositi per la saldatura ad arco in gas protettivo di acciai ad alta resistenza	EN ISO 16834
Fili elettrodi pieni ed animati e combinazioni filo-flusso per la saldatura ad arco sommerso di acciai ad alta resistenza	EN ISO 26304
Fili animati tubolari e bacchette per la saldatura ad arco con o senza gas di protezione di acciai inossidabili e di acciai resistenti ad alta temperatura	EN ISO 17633
Fili elettrodi animati tubolari per la saldatura ad arco con o senza gas protettivo di acciai ad alta resistenza	EN ISO 18276

La resistenza alla corrosione degli assiemi di bulloneria, degli altri elementi di collegamento e delle rondelle di tenuta deve essere comparabile a quella specificata per i componenti fissati. I rivestimenti zincati per immersione a caldo degli elementi di collegamento devono essere conformi alla EN ISO 10684.

Gli assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico comprendono il sistema HR, il sistema HV e gli assiemi di bulloneria HRC. Essi devono essere conformi ai requisiti di prova della EN 14399-2.

Le attrezzature utilizzate nel processo di fabbricazione devono essere sottoposte a manutenzione per assicurare che l'utilizzo, l'usura e il cedimento non provochino un'incongruenza significativa nel processo di fabbricazione. In tutte le fasi della fabbricazione ogni pezzo o imballo di componenti di acciaio simili deve essere identificabile mediante un sistema adatto. L'identificazione può essere ottenuta, se appropriato, per lotti, o per forma e dimensioni del componente o mediante l'utilizzo di marchi durevoli e distintivi applicati in modo da non provocare danni. Non sono ammessi intagli a cesello.

I prodotti costituenti devono essere manipolati e immagazzinati in condizioni che sono in conformità alle raccomandazioni del fabbricante del prodotto. Un prodotto costituente non deve essere utilizzato oltre il periodo di validità specificato dal fabbricante. I prodotti che sono stati manipolati o immagazzinati in un modo o per un periodo di tempo che potrebbe comportare un deterioramento significativo devono essere controllati prima dell'utilizzo per garantire che siano ancora conformi alle norme di prodotto pertinenti. I componenti di acciaio per impieghi strutturali devono essere imballati, manipolati e trasportati in modo sicuro, in modo da evitare deformazioni permanenti e ridurre al minimo i danni superficiali.

Il taglio deve essere effettuato in modo da rispettare i requisiti delle tolleranze geometriche, della durezza massima e della levigatezza dei bordi liberi specificati nella presente norma europea. Metodi di taglio noti e riconosciuti sono il taglio con sega, la tranciatura, il taglio a disco, le tecniche a getto d'acqua e il taglio termico. Il taglio termico manuale dovrebbe essere utilizzato solo se non è possibile utilizzare il taglio termico

automatizzato. Per alcuni metodi di taglio, si dovrebbero prendere precauzioni se i bordi tagliati devono essere liberi (cioè non saldati successivamente) per componenti soggetti a fatica. Se un processo non è conforme, non deve essere utilizzato fino a quando non è corretto e nuovamente controllato. Può essere utilizzato su un intervallo ristretto di prodotti costituenti che producono risultati conformi. Se si devono tagliare materiali rivestiti, si deve selezionare il metodo di taglio per ridurre al minimo eventuali danni al rivestimento. Devono essere rimosse le sbavature che potrebbero causare lesioni o impedire il corretto allineamento o l'alloggiamento delle sezioni o delle lamiere.

Le superfici a bordi liberi devono essere controllate e, se necessario, levigate per eliminare difetti significativi. Se la rettifica o la lavorazione a macchina sono effettuate dopo la tranciatura o la roditura, la profondità minima di rettifica o lavorazione deve essere di 0,5 mm.

L'acciaio può essere piegato, pressato o forgiato nella forma richiesta mediante un processo di formatura a caldo o a freddo, purché le sue caratteristiche non siano ridotte al di sotto di quelle specificate. I requisiti e le raccomandazioni per la formatura a caldo e a freddo e per il raddrizzamento a fiamma degli acciai devono essere quelli indicati nelle norme di prodotto pertinenti e nel CEN/TR 10347. I componenti sagomati che presentano cricche o lacerazioni lamellari o danni ai rivestimenti superficiali devono essere trattati come prodotti non conformi.

La sagomatura per formatura a caldo deve essere conforme ai requisiti relativi alla formatura a caldo nella norma di prodotto pertinente e alle raccomandazioni del fabbricante dell'acciaio. Se non diversamente specificato, la formatura a caldo degli acciai inossidabili non è ammessa.

La sagomatura per formatura a freddo, ottenuta mediante laminazione, pressatura o piegatura, deve essere conforme ai requisiti di formabilità a freddo indicati nella norma di prodotto pertinente. Non devono essere utilizzate martellature.

La definizione del diametro nominale del foro combinata con il diametro nominale della vite da utilizzare nel foro determina se il foro è "normale" o "sovradimensionato". I termini "corto" e "lungo" applicati ai fori scanalati si riferiscono a due tipi di fori utilizzati per la progettazione strutturale di assiami di bulloneria precaricati. Questi termini possono essere utilizzati anche per indicare gli interspazi per gli assiami di bulloneria non precaricati.

Interspazi nominali per bulloni e pioli (mm)

Diametro nominale di bullone o piolo (in mm) ^{d)}	12 ^{a)}	14	16	18	20	22	24	Da 27 a 36 ^{b)}
Fori tondi normali ^{c)}	1 ^{d) e)}		2					3
Fori tondi sovradimensionati	3		4				6	8
Fori scanalati corti (sulla lunghezza complessiva) ^{f)}	4		6				8	10
Fori scanalati lunghi (sulla lunghezza complessiva) ^{f)}	1,5 ^{d)}							

a) Applicabile anche a diametri minori di 12 mm, se non diversamente specificato.

b) Applicabile anche a diametri maggiori di 36 mm, se non diversamente specificato.

c) Per applicazioni quali torri e piloni, l'interspazio nominale per i normali fori circolari deve essere ridotto di 0,5 mm, se non diversamente specificato.

d) Per gli elementi di collegamento rivestiti, l'interspazio nominale di 1 mm può essere aumentato dello spessore del rivestimento dell'elemento di collegamento.

e) I bulloni con diametro nominale di 12 mm e 14 mm, o i bulloni a testa svasata possono essere utilizzati anche in fori con interspazi di 2 mm, se specificato.

f) Per i bulloni in fori scanalati, gli interspazi nominali lungo la larghezza devono essere uguali a quelli sul diametro specificati per i normali fori circolari.

Se non diversamente specificato, i diametri dei fori devono essere conformi a quanto segue:

- a) fori per l'inserimento di viti calibrate e pioli fissati: classe H11 secondo la EN ISO 286-2;
- b) taglio termico e altri fori: -0,5/+0,5 mm.

I fori per gli elementi di collegamento o i pioli possono essere formati mediante qualsiasi processo (per esempio perforazione, punzonatura, taglio laser, al plasma o altro taglio termico), a condizione che ciò lasci un foro finito in modo che:

- c) siano soddisfatti i requisiti di taglio relativi alla durezza locale e alla qualità della superficie di taglio;
- d) tutti i fori corrispondenti per gli elementi di collegamento o per i pioli si registrino tra loro in modo che gli elementi di collegamento possano essere inseriti liberamente attraverso gli elementi assemblati in una direzione perpendicolare alle facce a contatto.

La punzonatura è ammessa a condizione che lo spessore nominale del componente non sia superiore a 1,4 volte il diametro nominale del foro o, per un foro non circolare, alle sue dimensioni minime. Se non diversamente specificato, al di fuori di questi limiti dimensionali, i fori possono essere realizzati mediante punzonatura.

L'assemblaggio dei componenti deve essere effettuato in modo da rispettare le tolleranze specificate. Devono essere adottate precauzioni in modo da evitare la corrosione galvanica prodotta dal contatto tra materiali metallici diversi.

L'accoppiamento tra componenti fabbricati che sono interconnessi a più interfacce di collegamento deve essere controllato utilizzando sagome dimensionali, misurazioni tridimensionali accurate o mediante prove di assemblaggio. Devono essere specificati i requisiti per l'eventuale utilizzo dell'insieme di prova e per la sua entità di utilizzo.

Per assemblaggio di prova si intende l'assemblaggio di un numero sufficiente di componenti di un'intera struttura per controllarne l'idoneità. Dovrebbe essere considerato come prova di posa in opera tra i componenti se non è dimostrabile utilizzando sagome o misurazione.

Se la stabilità strutturale in condizione parzialmente costruita non è evidente, deve essere fornito dal costruttore un metodo di costruzione sicuro, basato sui seguenti elementi:

- a) posizioni e tipi di collegamenti nel cantiere;
- b) dimensioni, peso e posizione massimi del pezzo;
- c) sequenza di costruzione;
- d) concetto di stabilità della struttura parzialmente costruita, compresi eventuali requisiti relativi ai controventi temporanei o alla puntellatura;
- e) puntellatura o altre misure per l'esecuzione di calcestruzzi scaglionati in più fasi per strutture composte;
- f) condizioni per la rimozione di controventi o puntelli temporanei o qualsiasi requisito che provochi uno sgravio della sollecitazione o una sollecitazione della struttura;
- g) dispositivi che potrebbero costituire un pericolo per la sicurezza durante la costruzione;
- h) tempistica e metodo per la regolazione dei collegamenti delle fondazioni o degli appoggi e per l'iniezione di cemento;
- i) centinatura e preimpostazioni richieste rispetto a quelli forniti in fase di produzione;
- j) utilizzo di lamiere profilate di acciaio per garantire la stabilità;
- k) utilizzo di lamiere profilate di acciaio per fornire la ritenzione laterale;
- l) trasporto di unità, compresi gli attacchi per sollevamento, rotazione o traino;
- m) posizioni e condizioni per il sostegno e il sollevamento;
- n) concetto di stabilità per gli appoggi;
- o) deformazioni della struttura parzialmente costruita;
- p) assestamenti previsti dei supporti;
- q) posizioni e carichi particolari di gru, componenti immagazzinati, contrappesi, ecc. per le varie fasi di costruzione;
- r) istruzioni per la consegna, l'immagazzinamento, il sollevamento, la realizzazione e il pre-tensionamento delle funi sospese;
- s) indicazione particolareggiata di tutte le opere temporanee e degli attacchi alle opere permanenti con le istruzioni relative alla loro rimozione.

Deve essere elaborata una dichiarazione del metodo di costruzione del costruttore, che deve essere controllata in conformità alle regole di progettazione, in particolare in relazione alla resistenza della struttura parzialmente costruita ai carichi di costruzione e ad altri carichi. La dichiarazione del metodo di costruzione può discostarsi dal metodo di costruzione di base di progetto, a condizione che si tratti di un'alternativa sicura. Le modifiche alla dichiarazione del metodo di costruzione, comprese quelle rese necessarie dalle condizioni del cantiere, devono essere controllate e riesaminate in conformità ai requisiti di cui sopra. La dichiarazione del metodo di costruzione deve descrivere le procedure da utilizzare per costruire la carpenteria di acciaio in condizioni di sicurezza e deve tener conto dei requisiti tecnici relativi alla sicurezza delle opere. La dichiarazione di costruzione deve considerare i seguenti elementi se pertinenti:

- a) esperienza acquisita nel corso di qualsiasi costruzione di prova effettuata;
- b) dispositivi di ritenzione necessari per garantire la stabilità prima della saldatura e per controllare i movimenti locali del giunto;
- c) dispositivi di sollevamento necessari;
- d) necessità di marcare i pesi e/o i baricentri sui pezzi di grandi dimensioni o di forma irregolare;
- e) rapporto tra i pesi da sollevare e il raggio di azione della gru da utilizzare;
- f) identificazione delle forze di oscillazione o di capovolgimento, in particolare quelle dovute alle condizioni previste del vento nel cantiere durante la costruzione e metodi precisi per mantenere una resistenza idonea all'oscillazione e al capovolgimento;
- g) metodi per far fronte ai pericoli per la sicurezza;
- h) messa a disposizione di posti di lavoro sicuri e di mezzi sicuri di accesso agli stessi.

Per le strutture composte di acciaio e calcestruzzo di applica quanto segue:

- a) la sequenza di fissaggio delle lamiera di acciaio profilate per lastre composte deve essere progettata in modo da garantire che le lamiera siano adeguatamente sostenute da travi portanti prima del fissaggio e siano fissate saldamente prima di essere utilizzate per accedere a posizioni di lavoro successive;
- b) le lamiera di acciaio profilate non dovrebbero essere utilizzate per accedere alla saldatura dei connettori a taglio a meno che non siano già fissate mediante elementi di collegamento adatti;
- c) la sequenza di posa in opera e metodo di fissaggio e sigillatura della cassaforma permanente per garantire la sicurezza della cassaforma stessa prima del suo utilizzo per le successive operazioni di costruzione e per l'armatura delle solette di sostegno e del calcestruzzo per impalcato.

Lo stato e la posizione dei supporti devono essere controllati con appropriati mezzi visivi e di misurazione prima dell'inizio della costruzione. Se i supporti non sono adatti alla costruzione, devono essere corretti prima dell'inizio della costruzione. Le non conformità devono essere documentate. Tutte le fondazioni, i bulloni di fondazione e gli altri supporti per la carpenteria di acciaio devono essere adeguatamente preparati per ricevere la struttura di acciaio. L'installazione di appoggi strutturali deve essere conforme ai requisiti della EN 1337-11. La costruzione non deve iniziare finché la posizione e i livelli dei supporti, delle ancore o degli appoggi non siano conformi ai criteri di accettazione o non sia stata emessa un'adeguata modifica dei requisiti specificati. Il controllo di conformità utilizzato per controllare le posizioni dei supporti deve essere documentato. Se i bulloni di fondazione ancorati a una griglia devono essere pre-tensionati, devono essere adottate disposizioni per fare in modo che il bullone non abbia alcuna adesione al calcestruzzo per tutta la sua lunghezza. I bulloni di fondazione destinati a muoversi nei manicotti dovrebbero essere muniti di manicotti di diametro pari a tre volte quello del bullone con un minimo di 75 mm. Durante la costruzione, i supporti della carpenteria di acciaio devono essere mantenuti in condizioni equivalenti a quelle esistenti all'inizio della costruzione. Le aree dei supporti che richiedono protezione contro la formazione di ruggine dovrebbero essere identificate e protette in modo adeguato. Se non diversamente specificato, è accettabile una compensazione per l'assestamento dei supporti. Ciò deve essere fatto mediante iniezione di cemento o tenuta tra la carpenteria di acciaio e il supporto.

Gli spessori e gli altri dispositivi di supporto utilizzati come supporti temporanei sotto le piastre di base devono presentare una superficie piana rispetto all'acciaio ed essere di dimensioni, resistenza e rigidità adatte a evitare lo schiacciamento locale del calcestruzzo o della muratura della sottostruttura. Se non diversamente specificato, quando la regolazione alla posizione della base è effettuata utilizzando dadi di livellamento sui bulloni di fondazione sotto la piastra di base, questi possono essere lasciati in posizione. I

dadi devono essere selezionati in modo da garantire che siano adatti a mantenere la stabilità della struttura parzialmente costruita, ma non a compromettere le prestazioni del bullone di fondazione in servizio.

Devono essere forniti disegni di costruzione o istruzioni equivalenti che formano parte della dichiarazione del metodo di costruzione. Devono essere elaborati disegni che mostrino piante e prospetti in scala tale che possano esservi apposti i contrassegni di costruzione di tutti i componenti. I disegni devono indicare l'ubicazione delle griglie, le posizioni degli appoggi e l'assemblaggio dei componenti, insieme ai requisiti relativi alle tolleranze. Le piante di fondazione devono indicare la posizione e l'orientamento della carpenteria di acciaio, tutti gli altri elementi a diretto contatto con le fondazioni, la loro posizione e il loro livello di base, il livello di appoggio previsto e il livello di riferimento. Le fondazioni devono comprendere il supporto della base delle colonne e altri sostegni strutturali. Le elevazioni devono mostrare i livelli richiesti per i piani e/o la struttura. I disegni devono mostrare i particolari necessari per il fissaggio dell'acciaio o dei bulloni alle fondazioni, il metodo di regolazione mediante la tenuta e i requisiti di incastro e iniezione, nonché il fissaggio della carpenteria di acciaio e degli appoggi ai loro supporti. I disegni devono indicare i particolari e le disposizioni di tutta la carpenteria di acciaio o di altre opere temporanee necessarie per la costruzione al fine di garantire la stabilità della costruzione o la sicurezza del personale. I disegni devono indicare il peso di tutti i componenti o assieme di peso superiore a 5 tonnellate e il baricentro di tutti i pezzi irregolari di grandi dimensioni. Ai componenti assemblati o montati singolarmente in cantiere deve essere assegnato un marchio di costruzione. Un componente deve riportare l'orientamento di costruzione se questo non è chiaro dalla sua forma.

I componenti devono essere maneggiati e impilati in modo da ridurre al minimo il rischio di danni. Particolare attenzione deve essere prestata ai metodi di imbracatura per evitare danni alla carpenteria di acciaio e ai trattamenti protettivi. Deve essere ripristinata la conformità della carpenteria di acciaio danneggiata durante le operazioni di scarico, trasporto, stoccaggio o costruzione. Gli elementi di collegamento immagazzinati in cantiere devono essere mantenuti in condizioni asciutte prima dell'utilizzo e devono essere adeguatamente imballati e identificabili. Gli elementi di collegamento devono essere manipolati e utilizzati in conformità alle raccomandazioni del fabbricante. Tutte le targhette e gli altri accessori devono essere adeguatamente imballati ed identificati.

La costruzione della carpenteria di acciaio deve essere effettuata in conformità alla dichiarazione del metodo di costruzione e in modo da garantire in ogni momento la stabilità. Per tutta la durata della costruzione della struttura, la carpenteria di acciaio deve essere protetta contro i carichi temporanei di costruzione, compresi quelli dovuti all'attrezzatura di costruzione o al suo funzionamento, e contro gli effetti dei carichi dovuti al vento sulla struttura non finita. Come guida per gli edifici, almeno un terzo dei bulloni permanenti di ciascun collegamento dovrebbe essere installato prima che tale collegamento possa essere considerato un contributo alla stabilità della struttura parzialmente completata.

Tutti i controventi e le ritenzioni provvisorie devono essere lasciati in posizione fino a quando la costruzione non sia sufficientemente avanzata da consentirne la rimozione in condizioni di sicurezza. Se è richiesto che i controventi degli edifici alti siano sottoposti a sgravio della sollecitazione durante l'avanzamento della costruzione, per scaricare le forze indotte dai carichi verticali, ciò deve essere effettuato progressivamente, un pannello alla volta. Durante questo sgravio della sollecitazione devono essere installati controventi alternativi sufficienti a garantire la stabilità. Se necessario, a tal fine devono essere aggiunti temporaneamente altri controventi. Tutti i collegamenti dei componenti temporanei previsti a fini di costruzione devono essere effettuati in conformità ai requisiti della presente norma europea e in modo da non indebolire la struttura permanente e da non comprometterne la funzionalità. Se per sostenere la struttura durante la saldatura si utilizzano barre di appoggio e puntoni di trazione, questi devono essere adatti alle condizioni di carico di costruzione. Se la procedura di costruzione prevede il rotolamento o un tipo equivalente di spostamento della struttura, o di parte di essa, nella sua posizione finale dopo il montaggio, si deve aver cura di prevedere una frenatura controllata della massa in movimento. Potrebbe essere necessario prendere in considerazione la possibilità di invertire il senso di marcia. Tutti i dispositivi di ancoraggio temporaneo devono essere resi sicuri contro lo sganciamento accidentale. Devono essere utilizzati soltanto martinetti che possono essere bloccati in qualsiasi posizione sotto carico, a meno che non siano adottate altre disposizioni di sicurezza.

Si deve aver cura che durante il processo di costruzione nessuna parte della struttura rimanga distorta permanentemente o subisca sollecitazioni eccessive dovute all'impilamento di componenti della carpenteria di acciaio o a carichi di costruzione. Ogni parte della struttura deve essere allineata quanto prima possibile dopo la costruzione e l'assemblaggio finale deve essere completato il più presto possibile. Non devono essere effettuati collegamenti permanenti tra i componenti finché la struttura non sia stata allineata, livellata, messa a piombo e soggetta a collegamenti temporanei per garantire che i componenti non si spostino durante la successiva costruzione o il successivo allineamento del resto della struttura. L'allineamento della

struttura e il mancato adattamento dei collegamenti possono essere regolati mediante l'utilizzo di spessori. Se sono in pericolo di allentarsi, gli spessori devono essere fissati. Se il disallineamento tra i componenti costruiti non può essere corretto con l'utilizzo di spessori, i componenti della struttura devono essere modificati localmente in conformità ai metodi specificati nella presente norma europea. Le modifiche non devono compromettere le prestazioni della struttura nello stato temporaneo o permanente. Questo lavoro può essere eseguito in cantiere. Si deve avere cura delle strutture costituite da componenti saldati a traliccio e strutture reticolari spaziali per accertarsi che non siano sottoposte a forze eccessive in un tentativo di forzare l'accoppiamento con la loro rigidità intrinseca.

I requisiti per la realizzazione di superfici, comprese le superfici saldate o fabbricate e quelle in cui sono presenti imperfezioni superficiali, adatte all'applicazione di vernici e prodotti correlati, o di rivestimenti metallici mediante spruzzatura termica o zincatura per immersione a caldo sono i seguenti:

- Superfici sulle quali devono essere applicati vernici o prodotti affini: serie EN ISO 12944 e appendice F della UNI EN 1090-2:2018;
- Superfici da rivestire di metallo mediante spruzzatura termica: EN ISO 12679, EN ISO 12670 e appendice F della UNI EN 1090-2:2018;
- Superfici da rivestire di metallo mediante zincatura per immersione a caldo: EN ISO 1461, EN ISO 14713-1, EN ISO 14713-2 e appendice F della UNI EN 1090-2:2018.

I substrati (ovvero superfici, saldature e bordi dei componenti di acciaio) sui quali devono essere applicate vernici e prodotti correlati devono essere preparati con i metodi descritti nella serie EN ISO 8504. Per quanto riguarda la pulizia, la rugosità e il grado di preparazione, i substrati devono essere preparati in modo da rispettare i criteri appropriati per i prodotti da applicare. Se si specifica la durata di vita prevista della protezione contro la corrosione e della categoria di corrosività, il grado di preparazione secondo la EN ISO 8501-3 deve essere in conformità al prospetto seguente.

Grado di preparazione

Durata prevista della protezione contro la corrosione ^{a)}	Categoria di corrosività ^{a)}	Grado di preparazione
> 15 anni	C1	P1
	Da C2 a C3	P2
	Superiore a C3	P2 o P3 come specificato
Da 5 anni a 15 anni	Da C1 a C3	P1
	Superiore a C3	P2
< 5 anni	Da C1 a C4	P1
	C5 - Im	P2
a) La durata prevista della categoria di protezione contro la corrosione e di corrosività è indicata nella serie EN ISO 12944.		

Gli scostamenti geometrici ammessi e normati sono dei seguenti due tipi:

- Quelli applicabili per un intervallo di criteri che sono essenziali per la resistenza meccanica e la stabilità della struttura completa, denominati tolleranze essenziali;
- Quelli richiesti per soddisfare altri criteri, quali la posa in opera e l'aspetto estetico, denominati tolleranze funzionali.

Le tolleranze essenziali devono essere in conformità all'appendice B della UNI EN 1090-2:2018. I valori specificati sono scostamenti ammessi. Se lo scostamento effettivo supera il valore ammesso, il valore misurato deve essere considerato una non conformità. In alcuni casi, è possibile che lo scostamento non corretto di una tolleranza essenziale possa essere giustificato in conformità al progetto strutturale quando lo scostamento in eccesso è esplicitamente compreso in un nuovo calcolo. In caso contrario, la non conformità deve essere corretta.

Le tolleranze funzionali in termini di scostamenti geometrici ammessi devono essere in conformità al relativo prospetto dell'appendice B della UNI EN 1090-2:2018. Se non diversamente specificato nella specifica di esecuzione, deve essere applicata la classe di tolleranza 1. In tal caso, la specifica di esecuzione deve specificare la classe di tolleranza applicabile a singoli componenti o a parti selezionate di una struttura costruita.

I requisiti per l'ispezione e le prove in relazione ai requisiti di qualità compresi nella documentazione relativa alla qualità o nel piano della qualità devono essere controllati secondo il punto 12 della UNI EN 1090-2:2018. I documenti forniti con i prodotti costituenti devono essere controllati per verificare che le informazioni sui prodotti forniti corrispondano a quelle contenute nella specifica dei componenti. Il piano di ispezione e di prova deve considerare i requisiti e i controlli necessari per i componenti di acciaio costituenti preparati e i componenti fabbricati. L'ispezione e le prove prima, durante e dopo la saldatura devono essere comprese nel piano di ispezione e prova secondo i requisiti indicati nella parte pertinente della serie EN ISO 3834. Tutti i collegamenti con elementi di collegamento meccanici non precaricati devono essere controllati visivamente dopo essere stati imbullonati con la struttura allineata localmente. Tutti i collegamenti con elementi di collegamento meccanici precaricati devono essere controllati visivamente dopo essere stati inizialmente imbullonati con la struttura allineata localmente e prima dell'inizio del precarico. Le condizioni della struttura costruita devono essere ispezionate per individuare eventuali indicazioni che i componenti siano stati distorti o sottoposti a sollecitazioni eccessive e che gli attacchi temporanei siano stati rimossi in modo soddisfacente o siano in conformità ai requisiti specificati.

Art. 56. Bulloneria

Gli assiemi da bulloneria sono costituiti da bulloni, dadi e rondelle. Deve essere specificato se, in aggiunta al serraggio, devono essere utilizzate altre misure o dispositivi per fissare l'assieme di bulloneria.

Il diametro nominale dell'elemento di collegamento utilizzato per l'imbullonamento strutturale deve essere almeno M12, se non diversamente specificato insieme ai requisiti associati. La lunghezza del bullone deve essere scelta in modo tale che dopo il serraggio, oltre alla faccia del dado e alla lunghezza della filettatura, siano soddisfatti i seguenti requisiti per la sporgenza dell'estremità del bullone. La lunghezza della sporgenza deve essere almeno pari alla lunghezza di un passo della filettatura misurata dalla faccia esterna del dado o di dispositivi di bloccaggio aggiuntivi all'estremità del bullone per gli assiemi precaricati e non precaricati. Se è previsto che un collegamento utilizzi la capacità di taglio del gambo non filettato dei bulloni, devono essere specificate le dimensioni dei bulloni per tener conto delle tolleranze sulla lunghezza della parte non filettata. Per i bulloni non precaricati, almeno una filettatura completa (in aggiunta all'eccentricità della filettatura) deve rimanere vuota tra la faccia di appoggio del dado e la parte non filettata del gambo. Per gli assiemi di bulloneria precaricati in conformità alla serie EN 14399, le lunghezze dei morsetti e delle impugnature devono essere scelte in conformità alle norme di prodotto pertinenti. Le lunghezze nominali dei morsetti riportate nel prospetto e le lunghezze dei morsetti della serie EN 14399 tengono conto del fatto che tra la superficie di appoggio del dado e la parte non filettata del gambo negli assiemi secondo la EN 14399-4 e la EN 14399-8 devono rimanere libere nominalmente almeno due filettature complete e negli assiemi secondo la EN 14399-3, EN 14399-7 e la EN 14399-10 nominalmente almeno quattro filettature complete.

I dadi devono scorrere liberamente sulla vite calibrata, condizione facilmente controllabile durante il montaggio manuale. Qualsiasi assieme di dado e vite nel quale il dado non scorre liberamente deve essere scartato. Se si utilizza un utensile elettrico, è possibile effettuare uno dei due controlli seguenti:

- a) Per ogni lotto di assiemi di bulloneria di nuova fabbricazione, la compatibilità può essere controllata manualmente prima dell'installazione:
- b) Per gli assiemi di bulloneria montati, ma prima del serraggio, i dadi campione possono essere controllati manualmente per verificarne l'effettiva rotazione dopo l'allentamento iniziale.

I dadi devono essere assemblati in modo che i loro contrassegni di designazione siano visibili dopo il montaggio.

Se non diversamente specificato, le rondelle non sono richieste per l'utilizzo con assiemi di bulloneria non precaricati in normali fori circolari. Se richiesto, va specificato se le rondelle devono essere collocate sotto il dado o la testa del bullone, a seconda della rotazione, o entrambe. Se non diversamente specificato, per collegamenti a sovrapposizione singola con una sola fila di bulloni, sono necessarie rondelle sia sotto la testa del bullone sia sotto il dado. Le rondelle utilizzate sotto le teste dei bulloni precaricati devono essere smussate secondo la EN 14399-6 e posizionate con la smussatura verso la testa del bullone. Le rondelle secondo la EN 14399-5 devono essere utilizzate solo sotto i dadi. Per i bulloni precaricati devono essere utilizzate rondelle piane (o, se necessario, rondelle coniche temprate) come indicato di seguito:

- a) Per i bulloni 8.8 deve essere utilizzata una rondella sotto la testa del bullone o il dado, a seconda di quale dei due deve essere ruotato;

- b) Per i bulloni 10.9 utilizzati con l'acciaio tipo S235, devono essere utilizzate rondelle sia sotto la testa del bullone sia sotto il dado;
- c) A meno che sia specificato l'utilizzo di rondelle sotto la testa del bullone e del dado, per i bulloni 10.9 utilizzati con tipi di acciaio maggiori di S235 devono essere utilizzate rondelle sotto la testa del bullone o del dado, a seconda di quale dei due deve essere ruotato.

Il serraggio degli assiemi di bulloneria non precaricati deve avvenire in modo che i componenti connessi siano collegati tra loro ottenendo un contatto stabile. Ciascun assieme di bulloneria deve essere portato almeno a una condizione di serraggio stretto, prestando particolare attenzione a non stringere eccessivamente i bulloni, specialmente quelli corti, e gli M12. Il processo di serraggio deve essere effettuato da un bullone all'altro del gruppo, partendo dalla parte più rigida del collegamento e spostandosi progressivamente verso la parte meno rigida. Per ottenere una condizione di serraggio stretto uniforme, può essere necessario più di un ciclo di serraggio.

La preparazione delle superfici di contatto in collegamenti resistenti allo scivolamento deve avvenire in modo che possa fornire il fattore di scorrimento minimo secondo la classe specificata di superficie di attrito senza prova come indicato in seguito.

Classificazioni che si possono ipotizzare per le superfici di attrito

Trattamento della superficie	Classe ^{a)}	Fattore di scorrimento μ ^{b)}
Superfici sabbiolate con pallini o graniglia con ruggine libera rimossa, non vaiolate.	A	0,50
Superfici zincate per immersione a caldo secondo la EN ISO 1461 e sabbiolate a fiamma (sweep) ^{c)} e con vernice al silicato di zinco-alciano con spessore nominale di 60 μm ^{d)} .	B	0,40
Superfici sabbiolate con pallini o graniglia: a) rivestite con vernici a base di silicato alcalino e zinco dello spessore nominale di 60 μm ^{d)} ; b) spruzzate termicamente con alluminio o zinco o una combinazione di entrambi, di spessore nominale non maggiore di 80 μm .	B	0,40
Superfici zincate per immersione a caldo secondo la EN ISO 1461 e sabbiolate a fiamma (sweep) (o metodo di abrasione equivalente) ^{c)}	C	0,35
Superfici pulite con spazzolatura a filo o con pulizia a fiamma, con rimozione della ruggine libera	C	0,30
Superfici come laminate	D	0,20
a) Classi come indicate al punto G.6. b) In questi valori del fattore di scorrimento si tiene conto della potenziale perdita di forza di precarico rispetto al valore iniziale. c) A meno che non sia possibile dimostrare una capacità di abrasione alternativa equivalente, la sabbiatura a caldo (sweep) delle superfici zincate per immersione a caldo deve essere effettuata secondo le procedure e le condizioni stabilite nella EN 15773. Dopo la sabbiatura a caldo (sweep) la comparsa di una superficie opaca indica che è stato rimosso uno strato superficiale morbido di zinco non legato. d) Lo spessore a secco deve essere compreso nell'intervallo tra 40 μm e 80 μm .		

Prima dell'assemblaggio si devono adottare le seguenti precauzioni:

- a) Le superfici di contatto devono essere prive di ogni contaminante, come olio, sporcizia o vernice. Devono essere rimosse le sbavature che potrebbero impedire il corretto posizionamento degli elementi di collegamento;
- b) Le superfici non rivestite devono essere liberate da tutte le pellicole di ruggine e gli altri materiali staccati. Si deve avere cura di non danneggiare il contenitore o a non rendere liscia la superficie rugosa. Le aree non trattate attorno al perimetro del collegamento serrato devono essere lasciate tali fino al completamento di qualsiasi ispezione del collegamento;
- c) Non dovrebbero essere presenti rivestimenti superficiali spessi tra le rondelle e le superfici collegate.

Per il serraggio degli assiemi di bulloneria precaricati, se non diversamente specificato, si deve considerare la forza nominale minima di precarico $F_{p,c}$ specificata di seguito. Questo livello di precarico deve essere utilizzato per tutti i collegamenti precaricati resistenti allo scivolamento e per tutti gli altri collegamenti precaricati, a meno che non sia specificato un livello di precarico minore. In quest'ultimo caso, devono essere specificati anche gli assiemi di bulloneria, il metodo di serraggio, i parametri di serraggio e i requisiti di ispezione.

prospetto 18 Valori della forza nominale minima di precarico $F_{p,C}$ in [kN]

Classe di proprietà	Diametro del bullone in mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	47	65	88	108	137	170	198	257	314	458
10.9	59	81	110	134	172	212	247	321	393	572

Si può ricorrere a uno dei quattro metodi di serraggio indicati ai punti da 8.5.3 a 8.5.6 della UNI EN 1090-2:2018, a meno che non siano specificate le restrizioni di utilizzo. La classe k (allo stato di fornitura secondo la EN 14399) dell'assieme di bulloneria deve essere in conformità al prospetto seguente per il metodo utilizzato.

Classi k per i metodi di serraggio

Metodo di serraggio	Classi k
Metodo della coppia (vedere punto 8.5.3)	K2
Metodo combinato (vedere punto 8.5.4)	K2 o K1
Metodo di serraggio HRC (vedere punto 8.5.5)	K0 con solo dado HRD o K2
Metodo dell'indicatore di tensione diretta (DTI) (vedere punto 8.5.6)	K2, K1 o K0

Prima dell'inizio del precarico, i componenti collegati devono essere montati insieme e i bulloni di un gruppo di bulloni devono essere serrati in conformità al punto 8.3 della UNI EN 1090-2:2018, ma l'interstizio residuo deve essere limitato a 2 mm con le necessarie azioni correttive sui componenti di acciaio. Il serraggio deve essere effettuato ruotando il dado, a meno che l'accesso al lato del dado del gruppo non sia inadeguato. A seconda del metodo di serraggio adottato, può essere necessario adottare precauzioni speciali quando i bulloni sono serrati ruotando la testa del bullone. Sia nella prima che nella fase finale di serraggio, il serraggio deve essere effettuato progressivamente passando dalla parte più rigida del giunto alla parte meno rigida. Per ottenere un precarico uniforme, può essere necessario più di un ciclo di serraggio.

Le chiavi dinamometriche utilizzate in tutte le fasi del metodo della coppia devono essere in grado di avere un'accuratezza di $\pm 4\%$ secondo la EN ISO 6789 (tutte le parti). Ogni chiave deve essere sottoposta a manutenzione in conformità alla norma EN ISO 6789 (tutte le parti) e, nel caso di chiavi pneumatiche, deve essere controllata ogni volta che si cambia la lunghezza del tubo flessibile. Per le chiavi dinamometriche utilizzate nella prima fase del metodo combinato, questi requisiti sono modificati di $\pm 10\%$ per l'accuratezza e annualmente per la periodicità. Il controllo deve essere effettuato dopo qualsiasi incidente che si verifichi durante l'utilizzo (urto significativo, caduta, sovraccarico, ecc.) e che interessi la chiave.

Se un assieme di bulloneria è stato serrato al precarico minimo e successivamente allentato, esso deve essere rimosso e l'intero insieme deve essere scartato. Gli assiami di bulloneria utilizzati per ottenere la posa in opera iniziale non dovrebbero in genere essere serrati al precarico minimo o allentati, e potrebbero quindi essere ancora utilizzabili nel processo di fissaggio finale. La potenziale perdita di forza di precarico rispetto al valore iniziale dovuta a diversi fattori, per esempio rilassamento o scorrimento dei rivestimenti superficiali, è considerata nei metodi di serraggio specificati di seguito, ad eccezione dei rivestimenti superficiali spessi. Nel caso di rivestimenti superficiali spessi, deve essere specificato se devono essere adottate misure aggiuntive per compensare l'eventuale perdita di forza di precarico.

Per il metodo di coppia e la coppia di pre-serraggio del metodo combinato, i valori di coppia di riferimento $M_{r,i}$ da utilizzare per una forza nominale minima di precarico $F_{p,C}$ sono determinati per ogni tipo di combinazione di vite e dado utilizzata da una delle seguenti opzioni:

- Valori basati sulla classe k dichiarati dal fabbricante dell'elemento di collegamento in conformità alle parti pertinenti della serie EN 14399:
 - $M_{r,2} = k_m d F_{p,C}$ con k_m per la classe k tipo K2;
 - $M_{r,1} = 0.125 d F_{p,C}$ per la classe k tipo K1.
- Valori determinati secondo l'appendice H:
 - $M_{r,test} = M_m$ con M_m determinato secondo la procedura pertinente al metodo di serraggio da utilizzare.

Per il metodo della coppia Gli assiemi di bulloneria devono essere serrati utilizzando una chiave dinamometrica che offra un campo di funzionamento adatto. È possibile utilizzare chiavi manuali o elettriche. Le chiavi a percussione possono essere utilizzate per la prima fase di serraggio di ogni bullone. La coppia di serraggio deve essere applicata in modo continuo e uniforme. Il serraggio con il metodo della coppia di serraggio comprende almeno le due fasi seguenti:

- Una prima fase di serraggio: la chiave deve essere impostata a un valore di coppia di circa $0.75 M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,test}$. Questa prima fase deve essere completata per tutti i bulloni di un collegamento prima dell'inizio della seconda fase;
- Una seconda fase di serraggio: la chiave deve essere impostata a un valore di coppia di $1.10 M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,test}$.

Il serraggio mediante il metodo combinato comprende due fasi:

- Una prima fase di serraggio, utilizzando una chiave dinamometrica che offra un campo di funzionamento adatto. La chiave deve essere impostata a un valore di coppia di circa $0.75 M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,1}$ oppure $M_{r,test}$. Questa prima fase deve essere completata per tutti i bulloni di un collegamento prima dell'inizio della seconda fase. Quando si utilizza $M_{r,1}$ per la semplificazione si può utilizzare $0.75 M_{r,1} = 0.094 d F_{p,c}$ come indicato di seguito, se non diversamente specificato.

prospetto 20 **Momento torcente $0.75 M_{r,1}$ [Nm] per la prima fase del metodo combinato**

Classe di proprietà	Diametro del bullone in mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	53	85	132	182	258	351	446	652	886	1548
10.9	67	106	165	227	322	439	557	815	1107	1935

- Una seconda fase di serraggio in cui una determinata rotazione della parte è applicata alla parte ruotata dell'assieme. La posizione del dado rispetto alle filettature dei bulloni deve essere riportata dopo la prima fase, utilizzando una matita o una vernice per marcare, in modo da poter determinare facilmente la rotazione finale del dado rispetto alla filettatura in questa seconda fase. Se non diversamente specificato, la seconda fase deve essere in conformità ai valori di seguito riportati.

Rotazione aggiuntiva per la seconda fase del metodo combinato (bulloni 8.8 e 10.9)

Spessore nominale totale "t" dei pezzi da collegare (compresi tutti i pacchi e le rondelle) d = diametro del bullone	Ulteriore rotazione da applicare, durante la seconda fase di serraggio	
	Gradi	Rotazione parziale
$t < 2d$	60	1/6
$2d \leq t < 6d$	90	1/4
$6d \leq t \leq 10d$	120	1/3
Nota Se la superficie sotto la testa o il dado del bullone (tenendo conto delle rondelle coniche, se utilizzate) non è perpendicolare all'asse del bullone, l'angolo di rotazione richiesto dovrebbe essere determinato mediante prova		

I bulloni HRC devono essere serrati utilizzando una rivettatrice specifica dotata di due boccole coassiali che reagiscono tra loro con una coppia di serraggio adeguata. La boccola esterna, che innesta il dado, ruota in senso orario. La boccola interna, che innesta l'estremità scanalata del bullone, ruota in senso antiorario. Il requisito di precarico specificato è controllato dal bullone HRC stesso per mezzo delle caratteristiche geometriche e meccaniche di torsione e delle condizioni di lubrificazione. L'attrezzatura non necessita di taratura. Al fine di garantire che i precarichi negli assiemi di bulloneria completamente installati nei collegamenti soddisfino i requisiti minimi di precarico specificati, il processo di installazione dell'assieme di bulloneria comprende generalmente due fasi di serraggio, entrambe con l'utilizzo della rivettatrice. La prima fase di serraggio si ottiene al più tardi quando la boccola esterna della rivettatrice smette di ruotare. Se specificato, questa prima fase è ripetuta ogni volta che è richiesta. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assiemi di bulloneria di un collegamento prima di dare inizio alla seconda fase. La seconda fase di serraggio si ottiene quando l'estremità scanalata del bullone si stacca dalla sezione a strappo. Se le condizioni di montaggio sono tali da rendere impossibile l'utilizzo della rivettatrice sull'assieme di bulloneria HRC, per esempio per mancanza di spazio, il serraggio deve essere effettuato utilizzando una procedura in conformità al metodo della coppia di serraggio con l'ausilio delle informazioni o delle prove della classe k tipo K2, oppure utilizzando un indicatore di tensione diretta.

Il metodo dell'indicatore di tensione diretta in conformità alla EN 14399-9 consiste nell'indicare che è stato raggiunto almeno il precarico minimo richiesto monitorando il carico della vite. Non si applica alla misurazione diretta del precarico del bullone mediante l'utilizzo di strumenti idraulici. Non tratta gli indicatori che si basano sulla torsione. Gli indicatori di tensione diretta e le rondelle associate devono essere assemblati come specificato nella EN 14399-9. La prima fase del serraggio per raggiungere una condizione di "serraggio stretto" uniforme di un assieme di elementi di collegamento deve svolgersi quando inizia la deformazione iniziale delle sporgenze del DTI. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assiami di bulloneria di un collegamento prima di dare inizio alla seconda fase. La seconda fase di serraggio deve essere conforme alla EN 14399-9. Gli interstizi misurati sulla rondella di indicazione possono essere mediati per stabilire l'accettabilità dell'assieme di bulloneria.

Art. 57. Esecuzione di saldature

Il piano di saldatura deve essere fornito come parte della pianificazione della produzione richiesta dalla parte pertinente della EN ISO 3834 e deve contenere, se pertinenti:

- a) Le specifiche della procedura di saldatura identificate in base alla qualificazione pertinente, compresi i materiali di apporto, gli eventuali requisiti in materia di preriscaldamento, la temperatura tra le passate ed il trattamento termico post-saldatura;
- b) Le misure da adottare per evitare distorsioni durante e dopo la saldatura;
- c) La sequenza di saldature, con qualsiasi restrizione o posizione accettabile per le posizioni di avvio e di arresto, comprese le posizioni di arresto e le posizioni di avvio intermedie nelle quali la geometria del giunto è tale che la saldatura non può essere eseguita in modo continuo;
- d) I requisiti per i controlli intermedi;
- e) La rotazione dei componenti nel processo di saldatura, in relazione alla sequenza di saldatura;
- f) I dettagli delle ritenzioni da applicare;
- g) Le misure adottate per evitare la lacerazione delle lamelle;
- h) Le misure di controllo della portata termica per evitare la durezza locale in piccole serie di saldature;
- i) Le attrezzature speciali per i materiali di apporto per saldatura (basso tenore di idrogeno, condizionamento, ecc.);
- j) Il profilo e la finitura di saldatura per gli acciai inossidabili;
- k) I requisiti per i criteri di accettazione delle saldature;
- l) Il piano di ispezione e di prova;
- m) I requisiti per l'identificazione delle saldature;
- n) I requisiti per il trattamento della superficie.

Se la saldatura o l'assemblaggio si sovrappongono o mascherano saldature precedenti, è necessario prestare particolare attenzione a quali saldature devono essere eseguite per prime e all'eventuale necessità di ispezionare/sottoporre a prova una saldatura prima di eseguire la seconda saldatura o prima di mascherare i componenti.

Se non diversamente specificato, le condizioni per la saldatura di zone formate a freddo dovrebbero essere secondo il punto 4.14 della EN 1993-1-8:2005.

I processi di saldatura utilizzabili ed i relativi numeri di riferimento sono definiti nella EN ISO 4063.

La saldatura deve essere eseguita con procedure qualificate utilizzando una specifica della procedura di saldatura (WPS) in conformità alla parte pertinente della serie EN ISO 15609, della EN ISO 14555, EN ISO 15620 o della serie EN ISO 17660, come pertinente. Se specificato, nel sistema WPS devono essere comprese condizioni speciali di deposito per le saldature di puntatura. La specifica e la qualificazione delle procedure di saldatura devono essere in conformità alla EN ISO 15067.

I saldatori devono essere qualificati in conformità alla EN ISO 9606-1 e gli operatori di saldatura in conformità alla EN ISO 14732. Devono essere tenute a disposizione le registrazioni di tutte le prove di qualificazione dei saldatori e degli operatori addetti alla saldatura.

Per le classi EXC2, EXC3 ed EXC4, il coordinamento delle attività di saldatura deve essere garantito durante l'esecuzione dei processi di saldatura da personale di coordinamento delle attività di saldatura: adeguatamente qualificato ed esperto nelle operazioni di saldatura sotto la sua supervisione, come specificato nella EN ISO 14731.

Le preparazioni dei giunti devono essere adattate al processo di saldatura. Le tolleranze per la preparazione e la posa in opera dei giunti devono essere indicate nei WPS. Le EN ISO 9692-1 e EN ISO 9692-2 forniscono alcuni dettagli consigliati per la preparazione della saldatura. Per i dettagli sulla preparazione della saldatura degli impalcati per ponti, vedere l'appendice C della EN 1993-2:2006.

Tutte le superfici da saldare devono essere essiccate e prive di materiale che possa influire negativamente sulla qualità delle saldature o impedire il processo di saldatura (ruggine, materiale organico o zinco).

I materiali di apporto per saldatura devono essere conservati, manipolati ed utilizzati in conformità alle raccomandazioni del fabbricante. Se gli elettrodi ed i flussi devono essere essiccati ed immagazzinati, devono essere rispettati i livelli di temperatura e i tempi appropriati, in conformità alle raccomandazioni del fabbricante. I materiali di apporto per saldatura che presentano segni di danneggiamento devono essere scartati.

Sia il saldatore che l'area di lavoro devono essere adeguatamente protetti dagli effetti del vento, della pioggia e delle neve. Le superfici da saldare devono essere mantenute asciutte ed esenti da condensa. Se la temperatura del materiale da saldare è inferiore a 5°C potrebbe essere necessario un riscaldamento adatto (vedere EN 1011-1).

I componenti da saldare devono essere portati all'allineamento, mantenuti in posizione mediante saldature di puntatura o dispositivi esterni e sottoposti a manutenzione durante la saldatura iniziale. La posa in opera deve essere effettuata in modo che l'installazione dei giunti e le dimensioni finali dei componenti rientrino nelle tolleranze specificate. Si deve tenere conto in modo adatto delle deformazioni e del ritiro. I componenti da saldare devono essere assemblati e mantenuti in posizione in modo tale che i giunti da saldare siano prontamente accessibili e facilmente visibili dal saldatore.

Il preriscaldamento, quando richiesto, deve essere eseguito in conformità alle EN ISO 13916, EN 1011-2 e/o EN 1011-3. Se richiesto, il preriscaldamento deve essere effettuato secondo il WPS applicabile e deve essere applicato durante la saldatura, comprese la saldatura di puntatura e la saldatura di attacchi temporanei.

Se la procedura di assemblaggio o di costruzione richiede l'utilizzo di componenti temporaneamente fissati mediante saldature, essi devono essere posizionati in modo da poter essere facilmente rimossi senza danneggiare la carpenteria di acciaio permanente. Tutte le saldature per gli attacchi temporanei devono essere effettuate in conformità al WPS. Devono essere specificate tutte le aree nelle quali non è consentita la saldatura degli attacchi temporanei. Possibili limitazioni all'utilizzo degli attacchi temporanei per EXC3 ed EXC4 devono essere specificate nella specifica di esecuzione. La rimozione degli attacchi temporanei saldati mediante taglio, scricatura o scheggiatura deve essere effettuata in modo tale che il metallo base non sia danneggiato e successivamente deve essere rettificato con cura e senza asperità. Le posizioni di rimozione devono essere ispezionate visivamente e per gli acciai di tipo \geq S355 devono essere sottoposte a prove non distruttive (NDT). Se non diversamente specificato, non sono consentiti picchiettature e scricature su acciai di qualità \geq S460 o su componenti soggetti a fatica.

Per gli EXC2, EXC3 ed EXC4, le saldature di puntatura devono essere eseguite utilizzando una specifica di procedura di saldatura basata su una procedura di saldatura idonea e qualificata. La lunghezza minima della puntatura deve essere il valore minore tra il quadruplo dello spessore della parte più spessa o 50 mm, a meno che la prova non dimostri che è soddisfacente una lunghezza minore. Tutte le saldature di puntatura non incorporate nelle saldature finali devono essere rimosse. Le saldature di puntatura che devono essere incorporate nella saldatura finale devono avere una forma adatta ed essere eseguite da saldatori qualificati. Le saldature di puntatura devono essere prive di difetti di deposito e devono essere pulite accuratamente prima della saldatura finale. Le saldature di puntatura con difetti inammissibili, quali per esempio cricche, devono essere rimosse.

Una saldatura d'angolo, come depositata, non deve essere minore delle dimensioni specificate per lo spessore della gola e/o la lunghezza del cordone d'angolo. Le saldature d'angolo che terminano alle estremità o ai lati dei componenti devono essere eseguite in modo continuo intorno agli angoli per una distanza non minore del doppio della lunghezza del lato della saldatura, a meno che l'accesso o la configurazione non lo rendano impossibile o non sia altrimenti specificato. La lunghezza minima di una passata di saldatura d'angolo, esclusi i rinvii di estremità, deve essere almeno quattro volte la lunghezza della gamba della saldatura. Le saldature d'angolo intermittenti non devono essere utilizzate quando l'azione

capillare può portare alla formazione di sacche di ruggine. Le estremità delle saldature d'angolo devono estendersi fino all'estremità della parte connessa. Per i giunti a sovrapposizione, lo spessore minimo della sovrapposizione non deve essere minore di quattro volte lo spessore della parte connessa più sottile. Le saldature d'angolo singole non devono essere utilizzate se le parti non sono trattenute per impedire l'apertura del giunto.

La specifica di esecuzione deve specificare la posizione delle saldature di testa utilizzate come giunzioni per accogliere le lunghezze disponibili dei prodotti costituenti. Le estremità delle saldature di testa devono essere terminate in modo da garantire saldature sane con spessore della gola pieno. Per gli EXC3 ed EXC4 e per l'EXC2, se specificato, devono essere utilizzati pezzi di inizio saldatura e di fine saldatura per le saldature trasversali di testa a piena penetrazione. Se specificato per gli elementi EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere utilizzati pezzi di inizio saldatura e di fine saldatura per le saldature di testa longitudinali a piena penetrazione o le saldature di testa a penetrazione parziale (trasversali o longitudinali). La saldabilità di questi pezzi di inizio saldatura e di fine saldatura non deve essere minore di quella del metallo base. Dopo il completamento delle saldature, devono essere rimossi tutti i pezzi di inizio saldatura e di fine saldatura o il materiale supplementare.

Le saldature a piena penetrazione su un lato possono essere prodotte con o senza supporto metallico o non metallico. Se non diversamente specificato, è possibile utilizzare materiale di supporto di acciaio permanente. I requisiti per il suo utilizzo devono essere compresi nel WPS. Se si utilizza un supporto di acciaio, questo deve avere un calore in carbonio equivalente non superiore allo 0.43% o essere dello stesso materiale del metallo base più saldabile che deve essere unito mediante saldatura. I materiali di supporto devono essere fissati saldamente al metallo base e dovrebbero preferibilmente essere continui per tutta la lunghezza del giunto. Per le classi EXC3 ed EXC4, il supporto metallico permanente deve essere realizzato in modo continuo per mezzo di saldature di testa a penetrazione totale. Le saldature di puntatura devono essere comprese nelle saldature di testa. Se non diversamente specificato, non è consentita la rettifica a filo di saldature di testa monofaccia in giunzioni tra sezioni cave eseguite senza supporto; se tali saldature sono completamente supportate, possono essere rettificate a filo con il profilo superficiale generale del metallo base.

Devono essere prese precauzioni per evitare archi voltaici e, se si verificano archi voltaici all'esterno della faccia fusa di saldatura, la superficie dell'acciaio deve essere leggermente rettificata e controllata. Devono essere prese precauzioni per ridurre al minimo gli spruzzi di saldatura. Le imperfezioni visibili, quali cricche, cavità e altre imperfezioni non ammesse, devono essere rimosse da ciascuna passata prima di procedere alla deposizione di altre passate. Tutte le scorie devono essere rimosse dalla superficie di ciascuna passata prima di ogni passata successiva e dalla superficie della saldatura finita. Particolare attenzione deve essere prestata alle giunzioni tra la saldatura e il metallo base. Devono essere specificati tutti i requisiti per la rettifica e la sbavatura della superficie delle saldature completate.

Se non diversamente specificato, per EXC1, EXC2 e EXC3 i criteri di accettazione delle imperfezioni di saldatura devono essere i seguenti, con riferimento alla EN ISO 5817:2014, ad eccezione di "bordo del cordone difettoso" e "micro mancanza di fusione", che non devono essere presi in considerazione. Devono essere presi in considerazione eventuali requisiti aggiuntivi specificati per la geometria e il profilo di saldatura:

- a) EXC1 livello di qualità D fatta eccezione per il livello di qualità C per "Gola insufficiente";
- b) EXC2 livello di qualità C fatta eccezione per il livello di qualità D per "Sovrapposizione", "Arco di dispersione" e "Tubo terminale del cratere" e per il livello di qualità B per "Gola insufficiente";
- c) EXC3 livello di qualità B.

Se non diversamente specificato, per le saldature soggette a fatica progettate secondo la EN 1993-1-9, la specifica di esecuzione deve specificare i criteri di accettazione pertinenti in termini di categoria di particolare (DC) per la posizione del giunto saldato.

Per gli EXC2, EXC3 ed EXC4, in aggiunta ai criteri specificati al punto 20, i criteri di accettazione per le saldature possono essere specificati come segue in conformità all'appendice C della EN ISO 5817:2014:

- a) DC non maggiore di 63: livello di qualità C 63;
- b) DC oltre 63 e non maggiore di 90: livello di qualità B 90;
- c) DC oltre 90 e non maggiore di 125: livello di qualità B 125.

La specifica di esecuzione deve specificare i requisiti di esecuzione che sono necessari per soddisfare i requisiti di esecuzione indicati nei prospetti da 8.1 a 8.8 della EN 1993-1-9:2005 e/o nell'appendice C della EN 1993-2:2006.

Le unioni saldate andranno eseguite in modo conforme alla normativa vigente. Si dovranno effettuare saldature di prima classe, manuali ad arco con elettrodi rivestiti o saldature automatiche o semiautomatiche sotto gas di protezione (CO₂ o sue miscele). Le saldature da eseguire in cantiere, su supervisione della direzione lavori, dovranno essere svolte lontano dai materiali stoccati soggetti a pericolo d'incendio e in situazione di sicurezza per gli operatori. Per l'esecuzione ed il controllo delle saldature eseguite nell'assemblaggio in officina delle strutture si dovranno applicare le prescrizioni seguenti:

- a) la preparazione dei lembi dovrà essere conforme alle Norme UNI 11001 ed eseguita con rifinitura mediante molatura per l'eliminazione della zona decarburata. Nel caso in cui, per effetto dello spessore e del tipo di materiale, si possano prevedere effetti di tempra sulla superficie di taglio, dovrà essere effettuato il preriscaldamento del materiale alla medesima temperatura prevista dal procedimento di saldatura;
- b) i lembi destinati ad essere saldati in cantiere dovranno essere protetti con inibitori antiruggine ed anticorrosione. Tali prodotti dovranno essere applicati in officina ed essere idonei al procedimento di saldatura. Le dimensioni della gola dei cordoni di saldatura dovranno essere quelle riportate sulle tavole di progetto e dove non espressamente indicato, dovranno essere pari a 0,8 lo spessore minimo.

Trattandosi di carpenteria ad uso strutturale è obbligatorio che le metodologie di saldatura utilizzate, oltre a rispettare le prescrizioni tecniche definite negli elaborati grafici, vengano verificate a livello prestazionale mediante la qualificazione del processo di saldatura eseguito in accordo alla normativa UNI EN ISO 15614. Questo è definito ed è obbligatorio in accordo sia alle normative nazionali, come ad esempio le Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni del 17/01/2018, sia da quelle internazionali, come ad esempio la UNI EN 1090 e gli Eurocodici.

Gli standard qualitativi a cui è necessario fare riferimento, in accordo alle normative vigenti, sono definiti dalla norma UNI EN ISO 5817 classe B e dalla norma UNI EN 1090 per la classe di esecuzione delle strutture EXC3.

Data la tipologia di intervento e la tipologia di opera interessata, si dovrà eseguire una verifica mediante esame visivo al 100% di tutti i giunti saldati, una verifica magnetoscopica al 20% delle saldature nei punti maggiormente sollecitati. Sarà onere dell'addetto alle prove e/o della Direzione Lavori decidere di implementare e/o eseguire ulteriori prove nella struttura implementando le percentuali di controllo e/o richiedendo ulteriori metodi diagnostici al fine di valutare l'integrità della struttura.

Le procedure da adottare per eseguire le saldature a completa penetrazione da realizzare in stabilimento ed in cantiere sono le seguenti:

- a) La preparazione del giunto dovrà avvenire con l'esecuzione di una cianfrinatura come descritto nelle tavole di progetto e nei seguenti schemi con valore di luce (g) pari a 4-5 mm, smusso a 45° e spalla (s) pari a 1-2 mm. Per le saldature sui profili verticali è da prevedere un piatto di supporto interno;



- b) Le fasi di riempimento dovranno essere eseguite mediante saldatura ad elettrodo rivestito basico a più passate intervallate da pulizia tramite molatura. Sia il personale addetto che il processo di saldatura utilizzato dovranno essere rispettivamente verificati in accordo alle norme UNI EN ISO 9606-1 e UNI EN ISO 15614-1;

- c) Tutte le saldature realizzate dovranno essere verificate al 100% dal costruttore mediante esame visivo ed al 20% con metodo visivo e magnetoscopico da un tecnico esterno abilitato.

Art. 58. Varo del ponte

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti e cautele necessarie per evitare di arrecare qualsiasi tipo di danno alla struttura del ponte durante le operazioni di movimentazione e di varo. Dovrà valutare la necessità di inserire elementi provvisori di rinforzo e controventamento della struttura del ponte al fine di garantirne la stabilità in tutte le fasi della movimentazione finché non si raggiungerà lo schema statico di progetto.

Prima di eseguire le operazioni di varo l'Appaltatore dovrà redigere e sottoporre alla D.L. il piano di varo dettagliato.

Prima di procedere col varo del manufatto è necessario che tutte le persone si allontanino portandosi a distanza di sicurezza. Si deve verificare la buona equilibratura del carico mettendo in tiro le funi o le catene all'avambraccio frontale, qualora risultasse male imbracato o se il peso non fosse ben distribuito, non dovrà essere sollevato prima che l'ammarraggio sia stato corretto.

Il personale addetto alla movimentazione deve essere messo in condizioni di conoscere il peso del carico e le portate massime degli imbracci, delle funi e delle catene tenuto conto delle loro condizioni di impiego.

Le manovre di traslazione dovranno essere comandate in modo inequivocabile, con segnali manuali o a mezzo di radio ricetrasmettenti, da un unico addetto, che si deve avvalere della collaborazione di uno o più lavoratori quando non vi sia la visibilità diretta del posto di carico o quello di posa del manufatto.

Durante la fase di traslazione, gli addetti dovranno:

- a. Segnalare l'operatività del mezzo
- b. Preavvisare l'inizio delle manovre con apposita segnalazione acustica;
- c. Attendere alle segnalazioni impartite dagli addetti per procedere con le manovre;
- d. Evitare, nella movimentazione del carico, posti di lavoro e/o di passaggio;
- e. Eseguire operazioni di traslazione e scarico con le funi in posizione verticale al fine di evitare incidenti (è da evitare l'esecuzione di tiri obliqui, far pendolare il carico o provocare sollecitazioni pericolose).

Gli elementi devono essere sganciati dal mezzo frontale di traslazione soltanto dopo che sia stata assicurata la stabilità sul piano di posa, mezzo appoggi strutturali.

Per completare le operazioni, l'addetto dovrà:

- a. Posizionare correttamente la macchina raccogliendo il braccio telescopico ed azionando il freno di stazionamento alla traslazione longitudinale dell'impalcato;
- b. Eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego della macchina a motori spenti;
- c. Nelle operazioni di manutenzione attenersi alle indicazioni del libretto della macchina.

Art. 59. Posa in opera della guaina bituminosa impermeabilizzante

La superficie di posa dovrà essere liscia, pulita e asciutta. Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare, eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici, dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni.

Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. La superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato. A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

Prima di procedere alla stesura della membrana si dovrà trattare tutta la superficie con una mano di primer steso in ragione di 0.2-0.4 kg/mq.

Dopo circa 6 ore dall'applicazione del primer su tutta la parte piana dell'impalcato verranno stesi a secco i fogli di membrana parallelamente alle corsie di marcia e scalati fra loro di mezzo rotolo, non è ammessa la posa trasversalmente all'impalcato. I fogli dovranno essere posati a partire dalla quota più bassa dell'impalcato.

Si dovrà procedere asportando il film siliconato da sotto il telo del primo rotolo pressandolo accuratamente sul piano di posa. Il rotolo successivo, senza togliere il film siliconato, viene svolto e allineato a fianco della membrana stesa in precedenza, sovrapponendolo lateralmente di questa per circa 6 cm, successivamente si toglie il film siliconato da sotto il secondo rotolo badando di pressarlo con i piedi, si potrà quindi procedere con l'incollaggio del sormonto laterale che verrà ottenuto pressando la sovrapposizione dopo aver asportato la fascia siliconata che la ricopre. I sormonti di testa vanno invece saldati a fiamma. La saldatura definitiva assieme all'incollaggio al piano di posa avverrà con il calore passivo di stesura della pavimentazione bituminosa.

Il rivestimento delle parti verticali sarà costituito da una fascia di membrana incollata a fiamma che supererà di almeno 10 cm la quota della pavimentazione e scenderà per almeno 10 cm sulla membrana che riveste il piano orizzontale.

La zona attorno i fori degli scarichi verrà rivestita con un pezzo di membrana di almeno 20 cm più larga dell'ala di raccordo del bocchettone di scarico, che, dopo aver asportato il film siliconato, verrà incollata a fiamma sul piano di posa. La stessa tecnica di incollaggio verrà poi usata per il raccordo del manto impermeabile sulla pezza di membrana e sull'ala del bocchettone di scarico.

Le membrane di bitume distillato polimero sono prodotti termoplastici e nel periodo estivo rammolliscono e si dovrà tenere conto che le superfici della membrana spalmate con la mescola auto-termoadesiva manifestano già forti proprietà adesive e si dovrà togliere il film siliconato solo quando si è sicuri del corretto posizionamento del foglio. A bassa temperatura invece le membrane induriscono e diminuiscono le proprietà adesive ma per riscaldamento della faccia adesiva con fiamma "molle" si riattiva subito l'adesività della mescola. La temperatura dell'aria durante la posa non dovrà essere inferiore a 10°C ma si dovrà porre attenzione che non si verifichino fenomeni di condensazione sul piano di posa che potrebbe essere ad una temperatura inferiore di quella dell'aria. Se il fenomeno è di lieve entità un riscaldamento del piano di posa con una fiamma può risolvere il problema mentre in caso di pioggia o nebbia o situazioni di forte umidità che causano un forte indurimento del piano di posa si dovrà sospendere l'applicazione. Nella posa in totale aderenza è sempre latente il rischio della formazione di bolle dovute all'umidità contenuta nel piano di posa cementizio per cui si consiglia di pavimentare il più presto possibile il rivestimento impermeabile.

Art. 60. Posa in opera degli appoggi strutturali

Gli appoggi dovranno essere realizzati e posti in opera con le caratteristiche e le dimensioni indicate negli elaborati di progetto.

Il piano sul quale dovranno essere posati dovrà essere opportunamente rettificato affinché risulti orizzontale e perfettamente pulito previa asportazione di rugosità e materiali vari. Sul piano di posa degli appoggi dovranno essere ricavati, a cura e spese dell'Appaltatore, appositi pozzetti per l'ancoraggio delle zanche inferiori dell'appoggio stesso secondo i disegni di progetto. È ammessa la eventuale realizzazione, se necessario, di baggioli di appoggio in calcestruzzo armato per il raggiungimento della corretta quota di posa degli appoggi stessi. Le modalità di realizzazione degli stessi ed i materiali da impiegare dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori.

Anche il tracciamento degli assi di riferimento, la livellazione dei piani di posa degli appoggi con malta specifica (tipo Sikagrout o simili) sono oneri a carico dell'Appaltatore e pertanto compresi nel prezzo. Essi saranno conformi a quanto previsto delle norme vigenti ed in particolare dalla norma CNR 10.018.

La disposizione degli apparecchi di appoggio sulle spalle è specificata nei disegni di progetto.

Gli apparecchi di appoggio saranno collocati in opera in modo da rendere agevole l'ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

Il Direttore dei Lavori fornirà i valori di prerogazione eventualmente da attuare sugli apparecchi di appoggio al momento del montaggio in funzione delle temperature stagionali ed ambientali.

L'Appaltatore presenterà i certificati, rilasciati da laboratori autorizzati, comprovanti le caratteristiche di resistenza e di origine dei materiali impiegati.

Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di eseguire collaudi tecnologici sui materiali presso gli stabilimenti di produzione e prove di carico sui singoli apparecchi presso laboratori autorizzati.

Art. 61. Posa in opera dei giunti della pavimentazione

1. I giunti di dilatazione per la pavimentazione stradale dovranno essere del tipo in gomma armata (elastomero vulcanizzato con inserti metallici): saranno adatti per assorbire le dilatazioni longitudinali prescritte e dovranno essere realizzati e posti in opera con le caratteristiche e le dimensioni secondo le specifiche di progetto.
2. In particolare l'ancoraggio degli elementi di giunto alla soletta d'impalcato ed ai paraghiaia in c.a. avverrà mediante imbullonatura a speciali tirafondi ancorati profondamente nella soletta e nel paraghiaia.
3. La sequenza delle operazioni da eseguirsi per la posa in opera del giunto sarà la seguente:
 - a) pulizia dei piani di posa mediante molatura e/o bocciardatura per una perfetta aderenza della malta di spessoramento;
 - b) esecuzione dei fori per le eventuali armature di ripresa e posa delle stesse, esecuzione dei fori per i tirafondi e posa dei tirafondi chimici;
 - c) posa dei tubi di drenaggio;
 - d) posa della scossalina di gomma;
 - e) stesa della malta di spessoramento, previa pulizia del piano di posa da polvere e sporcizia e posa di opportuni casserini;
 - f) posa degli elementi prefabbricati di giunto e serraggio dei bulloni sui tirafondi;
 - g) sigillatura della pavimentazione adiacente al giunto mediante conglomerato bituminoso viscoelastico;
 - h) chiusura asole del giunto con epossicatrame.
 - i)

Art. 62. Posa in opera della pavimentazione stradale

Gli impasti dei conglomerati bituminosi preparati per strati di base, di collegamento e di usura saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi. In particolare si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati in un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere.

Gli aggregati e il bitume dovranno essere riscaldati a temperatura compresa fra 150÷180 °C.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario; il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato dovranno essere in ogni caso condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante. La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso.

Gli impianti dovranno essere muniti di miscelatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

Prima della stesa dell'emulsione bituminosa al 55% per l'ancoraggio dello strato di base, dello strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) e dello strato d'usura in conglomerato bituminoso chiuso (tappeto), dovrà essere effettuata con macchine idonee (pala, ruspa, livellatrice, ecc.) la perfetta pulizia dei margini della carreggiata. Successivamente, l'intera superficie del piano viabile dovrà essere rigorosamente pulita mediante adeguati mezzi meccanici (raschiatori, soffiatori, spazzole e scope) od energiche e ripetute spazzolature manuali.

Dette operazioni dovranno essere eseguite in maniera combinata e nei casi in cui non si raggiungesse coi mezzi sopraindicati una perfetta pulitura il piano viabile dovrà essere rigorosamente lavato con getti d'acqua in pressione.

Non si potrà dar corso alla stesa dell'emulsione bituminosa qualora sul piano viabile esistesse polvere, residui di argilla e materiale eterogeneo.

Nel caso che la mista bitumata venga stesa direttamente sul piano finito della fondazione non si darà luogo alla messa in opera dell'emulsione bituminosa di ancoraggio.

L'emulsione bituminosa di ancoraggio dovrà essere al 55% di bitume normale o modificato e rispondere alle norme in precedenza elencate.

La posa dei conglomerati bituminosi dovrà essere preceduta dall'applicazione di una mano di ancoraggio tramite stesa di emulsione bituminosa nella quantità minima di 0,5 kg/m².

Di norma dovrà essere impiegata emulsione a rapida rottura e comunque dopo la stesa dell'emulsione si dovrà attendere la "rottura" prima di procedere alla messa in opera dei conglomerati bituminosi.

La posa di strati d'usura con conglomerati bituminosi drenanti sarà invece preceduta dall'applicazione sulla pavimentazione di una mano di ancoraggio e impermeabilizzazione tramite stesa di bitume modificato nella quantità minima di 1,5 kg/m² e successivo spandimento di graniglia basaltica prebitumata con pezzatura 8÷12 mm nella quantità di circa 0,006÷0,008 m³/m² (circa 6÷8 l/m²).

I conglomerati bituminosi non potranno, sotto pena della loro demolizione, essere stesi prima che i piani di posa siano stati accettati dal Direttore dei Lavori che provvederà, a sua discrezione, ad accertarne i requisiti di quota, sagoma, densità e portanza di progetto o prescritti dal Direttore dei Lavori stessa. Inoltre, la mista bitumata potrà essere stesa sulla fondazione solo dopo che sia stata ultimata anche la costruzione, secondo il progetto, dei sistemi di smaltimento delle acque e delle banchine stradali adiacenti.

Il trasporto dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa e lo scarico dei conglomerati bituminosi dovrà essere eseguito in modo da evitare l'alterazione della regolarità e dell'uniformità delle miscele. Durante il trasporto i conglomerati bituminosi dovranno essere protetti da teloni per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La posa dei conglomerati bituminosi sarà preceduta da un trattamento preliminare generale con emulsione bituminosa di ancoraggio o con bitume modificato di ancoraggio e impermeabilizzazione, previa pulizia della pavimentazione.

La posa in opera del materiale dovrà essere eseguita mediante vibrofinitrici meccaniche di tipo idoneo dotate di piastra riscaldata e di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno essere semoventi e munite di un sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale, capace di assicurare il mantenimento della uniformità dell'impasto ed un identico grado di assestamento in ogni punto dello strato steso.

Durante il funzionamento della vibrofinitrice dovranno essere funzionanti i meccanismi di vibrazione e compattazione del materiale ed inoltre la macchina vibrofinitrice dovrà comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ondulazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La vibrofinitrice dovrà consentire la stesa dello strato dello spessore stabilito compensando le eventuali irregolarità della superficie sottostante.

Il materiale all'atto della stesa a valle della vibrofinitrice dovrà avere sempre una temperatura non inferiore a 130 °C per conglomerati confezionati con bitumi tradizionali, e 140 °C per conglomerati confezionati con bitumi modificati (150 °C per modifica antiskid).

La posa dello strato d'usura con conglomerati bituminosi drenanti dovrà essere effettuata con un'unica passata per l'intero spessore previsto dello strato, la velocità della vibrofinitrice deve essere sempre inferiore a 0,24 km/h (4 metri/minuto) e devono essere limitate il più possibile le interruzioni di marcia; la temperatura ambientale di stesa non deve essere inferiore a 8 °C.

Per la cilindratura del materiale si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia del peso di 8÷10 t., per evitare l'adesione del materiale caldo al cilindro metallico del rullo si provvederà ad irrorare queste ultime con acqua. Per l'applicazione dei manti d'usura antiskid è tassativamente vietato l'impiego di rulli vibranti per non ridurre la macrorugosità dello strato.

La cilindratura dovrà essere iniziata dai bordi della carreggiata procedendo poi verso la mezzzeria, i primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazioni del materiale bituminoso. La cilindratura dovrà essere continuata fino ad ottenere i valori di addensamento prescritti.

Tutti gli orli ed i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti, (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoli laterali, ai chiusini dei servizi sotterranei, caditoie, ecc.), dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di stendervi i materiali bituminosi, allo scopo di

assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti. Tali lavorazioni non dovranno ovviamente essere eseguite per gli strati d'usura drenanti.

I giunti longitudinali degli strati d'usura drenanti vanno realizzati a caldo con l'impiego di vibrofinitrici gemellate o comunque accoppiate e sfalsate. Allo scopo di non ridurre la capacità drenante trasversale dello strato non è consentito ricorrere a mani di attacco con leganti bituminosi su bordi freddi longitudinali precedentemente realizzati.

Lo strato in conglomerato bituminoso, a lavoro compiuto, dovrà essere opportunamente rifinito ai suoi margini in modo da ottenere una linea perfettamente parallela all'asse stradale.

Per strati di base (misto bitumato) di spessore > 8 cm, la stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere tassativamente eseguita in due riprese successive.

Per il tappeto di usura il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR BU 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,60 (0,55 per tappeto di usura drenante). Le misure del CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 165° giorno dall'apertura al traffico della pavimentazione da sottoporre a misura. Con riguardo alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza non inferiore a 200 m. La media dei valori del CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio della tratta. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti secondo una distribuzione statistica normale. Le tratte omogenee sono individuate mediante un codice di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza. Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza pavimentata.

A lavoro finito i materiali bituminosi dovranno presentare in ogni punto superficie regolare e perfettamente corrispondente alla sagoma di progetto o prescritta dalla Direttore dei Lavori; non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità; un asta rettilinea della lunghezza di 3,3 m, appoggiata sulla pavimentazione nel senso parallelo all'asse stradale, dovrà aderirvi con continuità e solo in qualche punto sarà tollerato uno scostamento, comunque non superiore a 2 mm.

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- a) Accelerazioni verticali, misurate con apparecchiatura ARAN:
R.C.I. > 6,5;
Indice I.R.I. < 2mm/m;
- b) Ampiezza delle irregolarità:
Onde corte, da 1 a 3,3 m: ≤ 2 mm;
Onde medie, da 3,3 a 13 m: ≤ 4 mm (misura con apparecchiatura A.P.L.).

Le misure del R.C.I., dell'I.R.I. e l'ampiezza delle irregolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 165° giorno dall'apertura al traffico della pavimentazione da sottoporre a misura. Con riguardo alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza non inferiore a 100 m. La media dei valori di R.C.I. e di I.R.I. misurati ogni 20 m su tali tratte fornisce il valore medio della tratta. La media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratte fornisce il valore medio della tratta. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti secondo una distribuzione statistica normale. Le tratte omogenee sono individuate mediante un codice di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità. Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza pavimentate e nei tratti ove a giudizio del Direttore dei Lavori la regolarità risulti insufficiente o dubbia.

Art. 63. Demolizioni

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni verso la Stazione Appaltante.

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

L'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, ecc. intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Impresa, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie di cui all'articolo "Scavi e Rilevati in Genere", lettera a).

Art. 64. Scogliere

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere debbono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente non alterabile all'azione dell'acqua. L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

Prima di iniziare le operazioni di posa l'Appaltatore dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in Progetto. Il piano di posa dovrà essere convenientemente regolarizzato, livellato e compattato, e le scarpate di appoggio dovranno essere convenientemente profilate secondo le sagome di Progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento e di preparazione della fondazione l'Appaltatore potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa degli elementi da monte verso valle.

I massi saranno messi in opera singolarmente, in modo tale da realizzare almeno tre punti di contatto e il massimo grado di incastro con quelli posizionati in precedenza; non saranno pertanto consentiti l'impiego di scaglie od elementi di piccole dimensioni per realizzare l'appoggio sugli strati sottostanti né la posa mediante scarico alla rinfusa dai mezzi di trasporto e movimentazione.

Gli elementi saranno disposti con il lato più lungo in direzione parallela alla direzione della corrente.

Successivamente al completamento della scogliera i vuoti tra i massi saranno riempiti con scaglie di materiale roccioso della stessa natura di quella dei massi in modo che non si formino vortici che possano dar luogo all'asportazione di materiale fine.

In casi speciali (scogliere rinverdite) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

Controlli ed accettazione

Generalità

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della documentazione ed all'accertamento dei requisiti secondo quanto indicato nei seguenti par. 18.4.2-18.4.3.

a. Documentazione

Ciascuna fornitura di materiale da scogliera dovrà essere accompagnata da una bolla numerata riportante:

- riferimento alla norma UNI EN 13383;
- fornitore, con nome ed ubicazione della cava, o stabilimento di produzione e, laddove appropriato, deposito;
- designazione del materiale, con indicazione petrografica semplificata;
- classe granulometrica.

nonché le informazioni sulle caratteristiche regolamentate dalla UNI EN 13383-1 (marcatura CE).

b. Prove di accettazione

Il campionamento del materiale da scogliera da assoggettare alle prove dovrà essere effettuato secondo le specifiche della norma UNI EN 13383-2, e sulla base di un piano di campionamento da effettuarsi preliminarmente, che tenga conto del tipo di granulometria, della natura e delle dimensioni del lotto, del tipo di prove e delle circostanze locali.

La granulometria verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

La percentuale di pezzi di aggregati grossi con un rapporto lunghezza-spessore maggiore di 3 verrà determinata in conformità alla UNI EN 13383-2.

La resistenza a rottura verrà determinata secondo la UNI EN 1926.
L'integrità dei blocchi verrà determinata secondo la specifica di cui all'appendice B della norma UNI 13383-1.
La resistenza all'usura verrà determinata secondo la UNI EN 1097-1.
La resistenza al gelo e al disgelo verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

Art. 65. Barriere stradali e opere accessorie

Premessa - Operazioni preliminari di sicurezza

Le barriere di sicurezza stradale e i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di fornire agli utenti della strada e agli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

In particolare le barriere possono essere previste per:

- la delimitazione di strade;
- la regolazione del traffico;
- la delimitazione di aree di cantiere, di aree riservate o pericolose, di aree di parcheggio;
- la delimitazione di percorsi pedonali o ciclabili, deviazioni stradali.

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e proteggere il personale dal flusso degli automezzi, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire con una gru installata su automezzo o mediante elevatori muniti di forche.

Il personale dovrà essere munito del previsto abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di DPI quali scarpe, guanti, occhiali ed in particolari casi di casco, cinture di sicurezza e quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

Le barriere di sicurezza potranno essere costituite dalle seguenti caratteristiche tecniche e costruttive:

Barriere in calcestruzzo tipo NewJersey

La barriera di sicurezza multipiego in calcestruzzo, denominata anche "barriera tipo NewJersey", trova largo uso in opere di delimitazione stradale e nella stragrande maggioranza dei casi si prescrive in forma prefabbricata a motivo della migliore finitura del prodotto e della presenza di certificazioni tecniche rilasciate in allegato dallo stabilimento di produzione.

Tale barriera antiurto, in qualsiasi configurazione sia progettualmente richiesta (es. spartitraffico, protezione laterale, ecc.) sarà conforme alle classi di contenimento con crash-test positivo ai sensi del D.M. 2367/2004 ed alla norma UNI EN 1317.

Il suo profilo sarà volto a minimizzare il danno ai veicoli in caso di contatto accidentale, mantenendo nel contempo la capacità di prevenzione di salti alla corsia opposta con conseguenti scontri frontali. Il risultato

sarà ottenuto permettendo alle gomme del veicolo di salire sul piede a base inclinata, la cui pendenza obbligherà la ruota e quindi il veicolo ad allontanarsi dalla barriera.

Con le dovute predisposizioni il sistema risulta essere anche un valido supporto per recinzioni e cancelli, una protezione per scarpate o pendii, curve stradali o altre casistiche progettualmente indicate.

Per evitare l'alterazione della struttura costituita da calcestruzzo, con conseguenti fessurazioni e corrosione dei ferri di armatura, sarà necessaria una miscela di composizione con caratteristiche fisiche notevoli in quanto a durabilità. Tutti gli elementi dovranno essere idonei per l'utilizzo anche in ambienti montani sottoposti a cicli di gelo-disgelo (dove di solito avviene l'utilizzo di sali disgelanti per le strade) e/o in ambienti marini sottoposti a contatto diretto con l'acqua di mare o ad aerosol marino.

Il calcestruzzo costituente il manufatto, dovrà essere classificabile come "ad alta prestazione e resistenza", con profilo esterno liscio e privo di alcuna imperfezione (es. fessure, vuoti, ecc.).

A prescindere dal sito e dalla natura di impiego del manufatto prefabbricato, dovranno essere impiegati:

- calcestruzzo armato vibrato
- cemento 42,5 R o superiore
- armatura in acciaio Fe B450C
- elementi con resistenza a compressione almeno da 600 Kg/cm² (UNI EN 12390-3)
- elementi con classe di esposizione (UNI EN 206): **XF4** (resistente all'attacco di cicli di gelo-disgelo in condizioni di elevata saturazione con agente antigelo oppure acqua di mare) e/o **XS3** (resistente alla corrosione da cloruri presenti nell'acqua marina)
- elementi con resistenza a flessione unitaria (UNI EN 196-1) da 60 N/cm²
- elementi prefabbricati in cls adatti all'utilizzo per recinzione con capacità portante (UNI EN 12839)
- cls resistente ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087) 0,7 daN/m²
- capacità di assorbimento d'acqua: < 6%
- prova di adesione vernice-supporto (UNI 8298-1) (Forza media = 1,0 ton).

La finitura finale della barriera dovrà essere, in funzione delle specifiche progettuali:

- colorata con vernice a base di quarzo e resine acriliche lavabile ed idrorepellente

ovvero

- colorata con specifica verniciatura assorbi smog e autopulente costituita da un rivestimento protettivo trasparente, antinquinamento e antibatterico al biossido di titanio

ovvero

- realizzata in ghiaino lavato e spaccato, nel caso di ambientazioni di pregio o in contesti di arredo urbano.

Accessori forniti in opera con il manufatto

- Gruppi piastra di collegamento in acciaio da montare alla base delle barriere o fissare solidamente al terreno con forme di piastre ad "L".
- Fori verticali passanti ove sarà possibile inserire pali tondi, pali piatti o a T di diverse dimensioni per la realizzazione di una recinzione o l'installazione di segnaletica verticale.
- Piastre in acciaio inserite nel getto e collegate all'armatura alle quali si fisseranno, con viti inox, i montanti di eventuali cancelli autoportanti.

Tutti gli elementi accessori alla barriera saranno forniti e montati in opera per assicurarne la prestazione richiesta, in particolare comprensivi di:

- piastre con relativi tiranti, dadi, rondelle (il tutto in acciaio zincato a caldo);
- manicotti di giunzione per barre filettate;
- eventuali compensatori di quota;
- ogni altra prestazione, fornitura ed onere incluso atto ad assicurare la classifica di normativa richiesta.

Barriere di sicurezza in acciaio ondulato

Le barriere di sicurezza sono dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli nella sede stradale riducendo al minimo i danni per gli occupanti del veicolo. Per ottenere queste finalità, è necessario che l'urto con la barriera non provochi il rovesciamento del veicolo e che non gli imprima una decelerazione tale da provocare danni agli occupanti. Verrà assicurato il corretto contenimento se non ci sarà superamento o sfondamento della barriera nel suo complesso e se nessun elemento longitudinale principale della barriera

si rompa completamente, nessuna parte importante della barriera si stacchi completamente o presenti un pericolo improprio e nessun elemento della barriera penetri nell'abitacolo del veicolo.

Il veicolo, inoltre, dovrà essere riportato su una traiettoria tale da non diventare esso stesso un pericolo per gli altri veicoli sopraggiungenti sulla stessa carreggiata. Ciò significa che il veicolo, quando si allontanerà dalla barriera dopo l'urto dovrà farlo rimanendo in prossimità della stessa.

Livelli di prestazione

A seconda del livello di contenimento le barriere sono classificate in quattro fasce diverse (vedi tabella 1). Per ciascuna classe è previsto il superamento di differenti tipologie di prove d'accettazione (vedi tabella 2). Quanto più gravosa è la prova d'urto a cui sottoporre la barriera, maggiore è il livello di contenimento della stessa.

Livelli di contenimento	Energia cinetica massima al contenimento (KJ)	Tipologia di prova d'accettazione
Contenimento a basso angolo d'impatto T1 T2 T3	6.2 21.5 36.6	TB21 TB22 TB41 e TB21
Contenimento normale N1 N2	43.3 81.9	TB31 TB32 e TB11
Contenimento più elevato H1 H2 H3	126.6 287.5 462.1	TB42 e TB11 TB51 e TB11 TB61 e TB11
Contenimento molto elevato H4a H4b	572.0 724.6	TB71 e TB11 TB81 e TB11

Tabella 1 - classificazione barriere

Tipologia prove di accettazione	Velocità d'urto (Km/h)	Angolo d'urto (gradi)	Massa totale veicolo (kg)	Tipo di veicolo
TB11	100	20	900	autovettura
TB21	80	8	1300	autovettura
TB22	80	15	1300	autovettura
TB31	80	20	1500	autovettura
TB32	110	20	1500	autovettura
TB41	70	8	10000	autocarro
TB42	70	15	10000	autocarro
TB51	70	20	13000	autobus
TB61	80	20	16000	autocarro
TB71	65	20	30000	autocarro
TB81	65	20	38000	autoarticolato

Tabella 2 - modalità di prova

La scelta del livello di prestazione delle barriere di sicurezza da installare sarà progettualmente determinata tenendo conto di fattori che comprendono la classe di traffico della strada, la sua posizione, la geometria, l'esistenza nelle adiacenze di una struttura vulnerabile, o di una zona o di un oggetto potenzialmente pericolosi.

La barriera avrà un comportamento idoneo se sarà conforme ai requisiti di seguito riportati:

- a) le deformazioni del sistema (deflessione dinamica (D), larghezza operativa (W) e intrusione del veicolo (Vi)) devono essere note;

- b) il veicolo mantiene l'assetto verticale durante e dopo l'impatto (sono ammessi fenomeni moderati di rollio, di beccheggio e d'imbardata);
- c) la ridirezione dei veicoli è controllata: l'angolo di riinvio deve essere mantenuto al di sotto di una certa ampiezza;
- d) sono soddisfatti gli indici di severità all'urto prescritti (vedi tabella 3), in particolare, come funzione degli indici ASI e THIV.

Categorie di severità**	Valori degli indici	
A	*ASI ≤ 1,0	*THIV ≤ 33 km/h
B	*ASI ≤ 1,4	
C	*ASI ≤ 1,9	

Tabella 3 - Livelli ammessi di severità d'urto

*(ASI (Acceleration Severity Index): indice misurante la severità del moto del veicolo durante l'urto per una persona seduta, con cinture di sicurezza allacciate - THIV (Theoretical Head Impact Velocity): velocità relativa tra la testa virtuale ipotizzata come ubicata ad una distanza x0 dal punto P ed il veicolo stesso al tempo t)

**Il livello di severità dell'urto A permette un maggiore livello di sicurezza per l'occupante di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B, e il livello B maggiore rispetto al livello C.

Tutti i componenti del dispositivo devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Le barriere e tutti i dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante le informazioni previste nella norma UNI EN 1317-5.

I dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati saranno muniti di marcatura CE in conformità alla norma UNI EN 1317-5.

La stazione appaltante, oltre a tale documentazione, acquisirà in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero (crash test), effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi delle norme UNI EN 1317 e le modalità di esecuzione delle prove stesse.

Dettagli esecutivi

Ove previsto da progetto, dovranno essere installate barriere di sicurezza, con o senza mancorrente, in acciaio zincato conformemente alla norma UNI EN ISO 1461, costituite da fascia orizzontale avente categoria sagomata multi-onda fissata a montanti in profilato metallico, infissi su manufatti o nel terreno, e da eventuale mancorrente in tubo d'acciaio zincato; le barriere dovranno essere complete di pezzi speciali, bulloneria, catarifrangenti ed ogni altro accessorio necessario.

Le fasce dovranno essere collegate tra loro ed ai sostegni mediante bulloni, staffe ed altri sistemi che non comportino saldature da fare in opera in modo che ogni pezzo della fascia possa essere sostituito senza demolizione e ricostruzione di giunti, ma esclusivamente con operazioni meccaniche di smontaggio e montaggio.

I giunti, ottenuti con sovrapposizione delle fasce collegate fra loro e fissate al montante con bulloni atti a garantire la resistenza richiesta, non dovranno presentare risvolti e risalti in senso contrario alla marcia dei veicoli.

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili).

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Con l'installazione della barriera sarà fornito il "Manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" nel quale sarà descritto compiutamente il dispositivo di ritenuta e le sue modalità di installazione al fine di consentirne la corretta installazione su strada e fornire le indicazioni necessarie per l'esecuzione degli interventi di manutenzione e ripristino a seguito di futuri danneggiamenti.

Art. 66. Segnaletica stradale

Ai sensi dell'articolo 40 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali orizzontali, tracciati sulla strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni od utili indicazioni per particolari comportamenti da seguire.

I segnali orizzontali si dividono in:

- a) strisce longitudinali;
- b) strisce trasversali;
- c) attraversamenti pedonali o ciclabili;
- d) frecce direzionali;
- e) iscrizioni e simboli;
- f) strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata;
- g) isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata;
- h) strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea;
- i) altri segnali stabiliti dal regolamento.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue. Nel regolamento (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) sono stabilite norme per le forme, le dimensioni, i colori, i simboli e le caratteristiche dei segnali stradali orizzontali, nonché le loro modalità di applicazione.

La segnaletica orizzontale da realizzare sul tracciato stradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse ma conformi alla Linea guida **UNI/TR 11670**, al fine di soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali.

I prodotti vernicianti da utilizzare sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

- a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
- b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
- c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada d.lgs. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada d.P.R. n. 495 del 16/12/1992, dal d.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi progettuali eventualmente allegati al presente Capitolato Speciale.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica orizzontale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

Caratteristiche dei materiali

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

A) Vernici

Possono essere di due tipi:

- 1) idropitture con microsfere di vetro (UNI EN 1424) postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

- 2) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro conforme alla norma UNI EN 1423, il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

B) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

C) Laminati elastoplastici:

- C.1 per applicazioni provvisorie;
- C.2 per applicazioni poco sollecitate;
- C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

Prestazioni

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio della posa in opera, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore dei lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica.

Tali provini sono costituiti da lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

Saranno eseguiti rilievi della visibilità notturna (valori RL), di derapaggio (SRT) e del colore (fattore). La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- visibilità notturna (retroreflessione);
- resistenza al derapaggio;
- tempo d'essiccazione.

COLORE

Il colore delle vernici da utilizzare per la segnaletica orizzontale viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).

I colori della segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la durata della loro vita funzionale, all'interno dei valori indicati dalla normativa tecnica di cui sopra. La vernice dovrà essere omogenea, di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

VISIBILITÀ NOTTURNA

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroreflessa R_L .

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroreflessa R_L deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroreflessa R_L * mcd * m ² * lux ⁻¹	Classe
Permanente			
A - B	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
A - B	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
C	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
Temporaneo			
A - B - C	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}

RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie standard, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	SRT > = 45

TEMPO D'ESSICCAZIONE

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Nel caso di termoplastico deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Esecuzione

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi
- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

Segnaletica consigliata nel caso di intervento su strade aperte al traffico veicolare



Figura II 391 Art. 31

SEGNI ORIZZONTALI IN
RIFACIMENTO



Figura II 391c Art. 31

CORSIE A LARGHEZZA
RIDOTTA

Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale, dovranno essere preventivamente pulite accuratamente, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio o grasso per mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti dal Direttore dei lavori. Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, a effettuare la rimozione e il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti, ecc.).

I materiali devono avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

L'appaltatore dovrà fornire, ove contemplato dal progetto e/o dalle indicazioni del Direttore dei lavori, nella giusta dimensione, quantità e posizione, l'inserito di catarifrangenti stradali inglobati nella segnaletica orizzontale (marker stradali o occhi di gatto) secondo i requisiti indicati dalla norma UNI EN 1463-1.

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dalla Stazione appaltante.

Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti ai sensi della norma UNI EN 1824 saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori, all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate nella quantità che la Stazione Appaltante riterrà opportuna e come previsto dalle Appendici B, C e D alla norma UNI EN 1436 per i requisiti di colore, visibilità notturna e resistenza al derapaggio.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

Segnaletica verticale - Generalità

Ai sensi dell'articolo 39 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali verticali si dividono nelle seguenti categorie:

A) segnali di pericolo: preavvisano l'esistenza di pericoli, ne indicano la natura e impongono ai conducenti di tenere un comportamento prudente;

B) segnali di prescrizione: rendono noti obblighi, divieti e limitazioni cui gli utenti della strada devono uniformarsi; si suddividono in: a) segnali di precedenza; b) segnali di divieto; c) segnali di obbligo;

C) segnali di indicazione: hanno la funzione di fornire agli utenti della strada informazioni necessarie o utili per la guida e per la individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti; si suddividono in:

a) segnali di preavviso; b) segnali di direzione; c) segnali di conferma; d) segnali di identificazione strade; e) segnali di itinerario; f) segnali di località e centro abitato; g) segnali di nome strada; h) segnali turistici e di territorio; i) altri segnali che danno informazioni necessarie per la guida dei veicoli; l) altri segnali che indicano installazioni o servizi.

Il Regolamento del Codice della strada (d.P.R. 16/12/1992, n. 495) stabilisce forme, dimensioni, colori e simboli dei segnali stradali verticali e le loro modalità di impiego e di apposizione.

Le parti principali di cui si compone un impianto di segnaletica verticale sono: il plinto, il sostegno (palo), il segnale o il gruppo di segnali, ed in casi di impianto segnaletico più complesso, le paline per controventature (pali che sostengono l'impianto contro la forza del vento) le staffe di ancoraggio e la bulloneria.

I plinti di fondazione dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio, ed avere dimensioni tali, calcolate in funzione della natura dei materiali di cui è composto il sottofondo su cui impiantare il palo di sostegno, da assicurarne la perfetta stabilità e perpendicolarità rispetto al piano di calpestio.

Le paline: realizzate in acciaio zincato a caldo, a sezione circolare, con spessore e diametro idonei e lunghezza proporzionata alla quantità di segnali da sostenere ed all'altezza dal piano di calpestio prevista

dal Codice della Strada, dovranno essere dotati di dispositivo antirotazione (scanalatura per tutta la lunghezza del palo, che evita la rotazione del segnale), di apposito foro all'estremità inferiore per l'inserimento dello spinotto necessario all'ancoraggio del palo al plinto e tappo di chiusura all'estremità superiore.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica verticale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

Caratteristiche dei materiali

I materiali di segnaletica stradale verticale ed accessori oggetto della realizzazione dovranno essere rigorosamente conformi a tutti i requisiti tecnici e normativi (comprese le caratteristiche prestazionali, tipologie, dimensioni, misure, scritte, simboli e colori) di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011, alla norma armonizzata UNI EN 12899-1, al d.P.R. 16/12/1992, n. 495 recante il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada" e alla Norma UNI 11480.

Tutti i materiali retroriflettenti costituenti la faccia a vista dei segnali verticali permanenti devono essere certificati e marcati CE ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011 e della norma europea UNI EN 12899-1.

Tutti i materiali retroriflettenti devono inoltre essere valutati ai sensi della Norma UNI 11480, al fine di verificarne la conformità delle prestazioni visive in condizioni diurne e stabilirne la rispondenza al livello prestazionale più idoneo, fra i tre definiti dalla norma: inferiore, base o superiore.

Nel caso di pellicole di classe 1 con "livello prestazionale inferiore", corrispondenti a quelli già definiti a normale risposta luminosa, si dovrà avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 3 della norma UNI 11480, e dovrà mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati. Tali materiali retroriflettenti possono essere usati solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni, secondo quanto ribadito dalla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 2013.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale base", corrispondenti a quelli già definiti ad elevata risposta luminosa, dovranno avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 4 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale superiore", corrispondenti a quelli già definiti ad altissima risposta luminosa, devono avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 5 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Tali pellicole possono essere anche del tipo "fluoro-rifrangente", cioè con più elevato fattore di luminanza e conseguentemente più elevata visibilità diurna, caratteristica utile in particolare per la segnaletica verticale temporanea. In questo caso il coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non deve essere inferiore ai valori riportati nel prospetto 6 della norma UNI 11480. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto dal progetto e dal presente capitolato, 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. L'impiego di pellicole con tecnologia a micropismi è consentito qualora siano rispettate le caratteristiche prestazionali previste dalla norma UNI 11122.

I pannelli dei segnali ed i sostegni che caratterizzano le prestazioni strutturali e la costruzione dei segnali verticali permanenti devono soddisfare i requisiti di cui alla norma UNI 11480, in applicazione alla norma armonizzata UNI EN 12899-1.

I segnali stradali permanenti possono essere costruiti in acciaio, alluminio, plastica o negli altri materiali previsti dalla norma UNI EN 12899-1 purché conformi alle **"Prestazioni"** strutturali di seguito indicate.

Supporti in lamiera

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta con spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetro per targhe superiori ai 5 metri quadrati.

Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola dalle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Traverse intelaiature

Dove necessario, sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio zincato nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, con la lunghezza prescritta per i singoli cartelli.

La zincatura delle traverse, delle staffe e degli attacchi dovrà essere conforme alle prescrizioni delle norme UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244-2.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in alluminio, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di bulloncini in acciaio zincato sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro con profilo a "C", oppure ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe con dispositivi antirotazione in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria, anch'essa zincata.

SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare antirotazione (art. 82 d.P.R. n. 495/92) diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità, dovranno essere zincati a caldo conformemente alle norme UNI e ASTM.

Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, non dovranno essere sottodimensionati, nemmeno in termini di peso (Kg/m).

I sostegni devono avere, nei casi di sezione circolare, un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La sezione del sostegno deve garantire la stabilità del segnale in condizione di sollecitazioni derivanti da fattori ambientali.

I sostegni, al pari dei supporti dei segnali stradali, devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione. Previo parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie. Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica.

Prestazioni

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, alle Norme Tecniche sulle costruzioni ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/h.

I carichi statici e dinamici per la valutazione delle prestazioni meccaniche e strutturali, devono essere conformi a quanto definito dal punto 5.1 della norma UNI EN 12899-1, mediante l'utilizzo dei coefficienti specificati per i rispettivi materiali.

I valori minimi per le prestazioni strutturali devono essere conformi, per tutti i materiali utilizzati, a quelli previsti dalla UNI 11480 al punto 5.3, con le seguenti classi:

- Spinta del vento: Classe WL6 o WL7
- Carico dinamico da neve: Classe DSL1 (o DSL2 , DSL3 , DSL4)
- Carichi concentrati: Classe PL1
- Deformazioni Temporanee - Flessione: Classe TDB5
- Deformazioni Temporanee - Torsione: Non richiesta

Sono accettate classi migliorative per i valori minimi prestazionali elencati.

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495; le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 dello stesso decreto.

Le tolleranze ammissibili, rispetto alle misure nominali sono:

- per la faccia a vista del segnale: +1/-12 mm, in conformità al punto 4.1. della UNI 11480;
- per il pannello: -1/+7 mm, in conformità al punto 5.6 della UNI 11480.

Il raggio di curvatura non deve essere inferiore a 10 mm. Il bordo del pannello deve essere conforme al punto 5.9 della norma UNI 11480. Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Il retro ed il bordo dei pannelli (ad eccezione di quelli in legno) devono essere realizzati con un colore neutro e opaco.

I segnali non devono presentare perforazione della faccia a vista. Qualora realizzati in acciaio, alluminio o legno, devono avere una resistenza alla corrosione conforme al punto 5.10 della norma UNI 11480, con classe di resistenza SP1.

I fissaggi dei segnali e i sostegni devono essere conformi rispettivamente al par. 6 e al par. 7 della UNI 11480.

In particolare, i segnali - affinché siano conformi alle prescrizioni della UNI EN 12899-1, devono essere forniti provvisti di collari di aggancio per il sostegno aventi le stesse caratteristiche tecnico-costruttive e di disegno ovvero corrispondenti a quelli utilizzati nelle prove iniziali di tipo.

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art. 77 del d.P.R. n. 495/92, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq. 200 ed indicare chiaramente:

- l'ente o l'amministrazione proprietari della strada;
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
- il marchio della ditta che ha fornito o installato il segnale (non obbligatorio ma opportuno);
- l'anno di fabbricazione
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione

Marcatura CE

La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto (e solo in questo caso), essa dovrà essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

La marcatura CE dei segnali verticali permanenti deve avvenire secondo una delle modalità indicate al punto 5.5 della UNI 11480.

E' possibile utilizzare dei sostegni circolari, a sezione quadrata o rettangolare, che possiedano la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) 305/2011 sulla base della norma UNI EN 12899-1.

Eventuali segnali temporanei non sono soggetti alla marcatura CE, ma l'utilizzo di pellicole retroriflettenti marcate CE è fortemente raccomandato.

Esecuzione

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

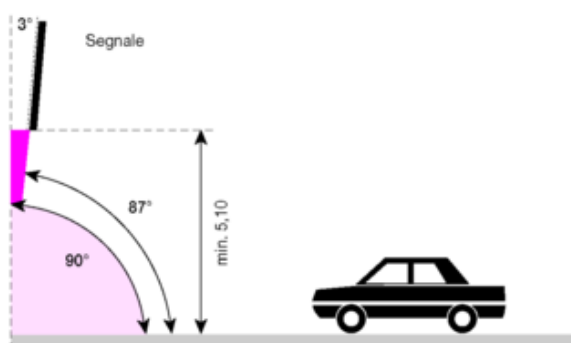
Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi
- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

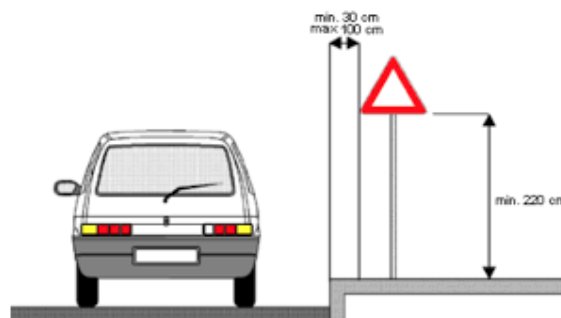
I segnali verticali sono installati, di norma, sul lato destro della strada. Possono essere ripetuti sul lato sinistro ovvero installati su isole spartitraffico o al di sopra della carreggiata, quando è necessario per motivi di sicurezza ovvero previsto dalle norme specifiche.

I segnali da ubicare sul lato della sede stradale (segnali laterali) devono avere il bordo verticale interno a distanza non inferiore a 0,30 m e non superiore a 1,00 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina (v. figura). Distanze inferiori, purché il segnale non sporga sulla carreggiata, sono ammesse in caso di limitazione di spazio. I sostegni verticali dei segnali devono essere collocati a distanza non inferiore a 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina; in presenza di barriere i sostegni possono essere ubicati all'esterno e a ridosso delle barriere medesime, purché non si determinino sporgenze rispetto alle stesse. Per altezza dei segnali stradali dal suolo si intende l'altezza del bordo inferiore del cartello o del pannello integrativo più basso dal piano orizzontale tangente al punto più alto della carreggiata in quella sezione. Su tratte omogenee di strada i segnali devono essere posti, per quanto possibile, ad altezza uniforme. L'altezza minima dei segnali laterali è di 0,60 m e la massima è di 2,20 m, ad eccezione di quelli mobili. Lungo le strade urbane, per particolari condizioni ambientali, i segnali possono essere posti ad altezza superiore e comunque non oltre 4,50 m. Tutti i segnali insistenti su marciapiedi o comunque su percorsi pedonali devono avere un'altezza minima di 2,20 m, ad eccezione delle lanterne semaforiche. I segnali collocati al di sopra della carreggiata devono avere un'altezza minima di 5,10 m, salvo nei casi di applicazione su manufatti di altezza inferiore ed avere un'altezza ed un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare alla superficie stradale in funzione dell'andamento altimetrico della strada. Per i segnali posti ad altezza di 5,10 m, detta inclinazione sulle strade pianeggianti è di 3° circa verso il lato da cui provengono i veicoli (v. figura).

Installazione segnaletica verticale



INSTALLAZIONE SOPRA LA CARREGGIATA



INSTALLAZIONE A LATO CARREGGIATA

I segnali di prescrizione devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione. I segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui cessa il divieto o l'obbligo stesso. In funzione delle

caratteristiche del materiale impiegato, la disposizione del segnale deve essere tale da non dare luogo ad abbagliamento o a riduzione di leggibilità del segnale stesso.

Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la verifica e/o la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

I controlli tenderanno alla verifica dei seguenti dati e parametri essenziali per la segnaletica permanente:

- Certificazioni del fornitore e del produttore;
- Categoria del Segnale stradale tra quelle individuate dal Nuovo Codice della Strada;
- Materiale del supporto;
- Spessore del materiale [mm];
- Forma del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Formato del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Spinta del vento così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 8;
- Carico dinamico della neve: parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 9;
- Carichi concentrati: parametro strutturale del pannello integrativo così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 10;
- Deformazione temporanea massima (Flessione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 11;
- Deformazione temporanea massima (Torsione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 12;
- Classe rifrangenza pellicole dettata dalla normativa vigente;
- Iscrizione sul retro del supporto così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1.