

Associazione Temporanea di Imprese tra:



Hydrodata S.p.A. capogruppo mandataria:
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 55 92 811, fax 011 56 20 620
e-mail: hydrodata@hydrodata.it www.hydrodata.it

Hy.M. Studio mandante:
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 56 13 103, fax 011 55 92 891
e-mail: hym@hymstudio.it www.hymstudio.it



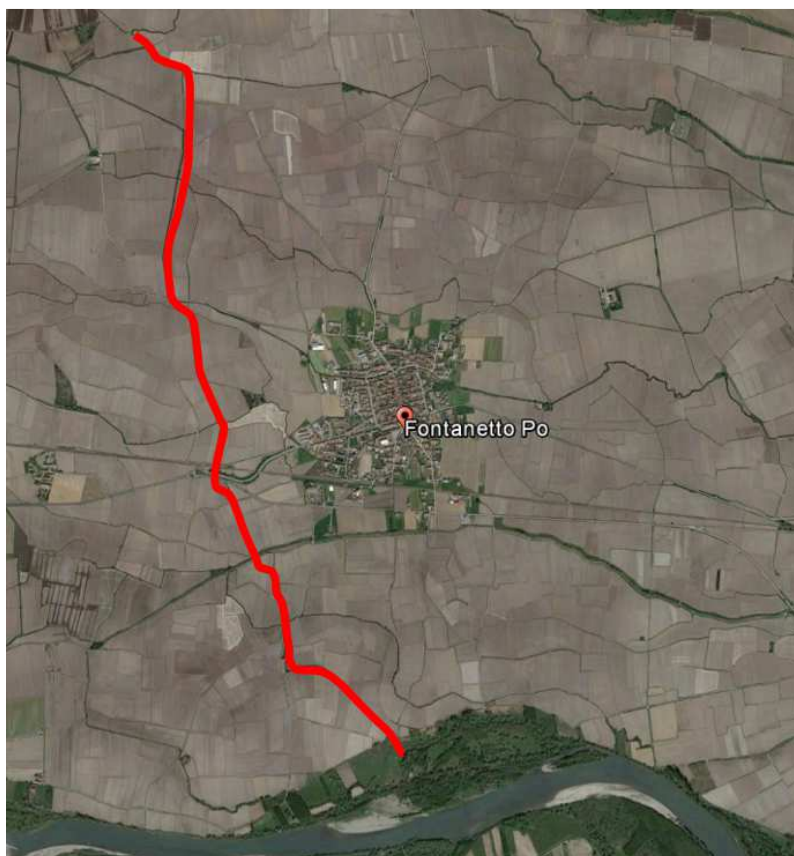
COMUNE DI FONTANETTO PO

Provincia di Vercelli



REALIZZAZIONE CANALE SCOLMATORE AD OVEST DI FONTANETTO PO

PROGETTO ESECUTIVO



Capitolato speciale d'appalto Parte specifiche tecniche

CODICE DOCUMENTO

ELABORATO

3218	-	0	9	-	0	2	5	0	2	.	DOC			6.5.a
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	--	--	-------

02	APR. 24	S.GRIVA	A. DENINA	M. CODO	
01	MAR. 22	M.CODO	R.BERTERO	C.SOLDERA	
00	OTT. 21	M.CODO	R.BERTERO	C.SOLDERA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

INDICE

B) <i>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO: SPECIFICHE TECNICHE</i>	1
Art. 43 - Norme tecniche: qualità e provenienza dei materiali, modo di esequimento di ogni categoria di lavoro, ordine da tenersi nell'andamento dei lavori	1
43.1 Materiali in genere	1
43.2 Tracciamenti	1
43.3 Campioni e prove sui materiali	1
43.4 Demolizioni	2
43.5 Sabbia, ghiaia vagliata e spaccata - ghiaietto e coccio	2
43.6 Pietrisco	3
43.7 Cementi	3
43.8 Materiali metallici - Qualità, prescrizioni e prove	4
43.9 Scavi di sbancamento	5
43.10 Scavi di fondazione	5
43.11 Scavi in sotterraneo	7
43.12 Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata	8
43.13 Norme generali per l'esecuzione dei lavori	9
43.14 Malte e conglomerati	10
43.15 Tubazioni in cls ed in cemento armato	12
43.16 Tubazioni in c.a. turbocentrifugato reggispira per microtunnelling	19
43.17 Rinterro e copertura delle tubazioni	21
43.18 Norme particolari per strutture a tenuta idraulica	21
43.19 Collaudi e prove sulla canalizzazione	22
43.20 Collaudi e prove delle opere, attrezzature ed impianti elettromeccanici	27
43.21 Fornitura e posa di chiusini per pozzetti	29
43.22 Ripristino di scavi eseguiti in terreni coltivati e non	30
43.23 Manufatti in acciaio	30
43.24 Acciaio per strutture metalliche	34
43.25 Elementi strutturali in acciaio	48
43.26 Protezione superficiale	55
43.27 Strutture bullonate	63
43.28 Collaudi e prove sulle condotte	71
43.29 Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)	73
43.30 Cemento	73
43.31 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso	97
43.32 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	99
43.33 Acciaio per c.a. e c.a.p.	100
43.34 Acciaio per carpenteria	106
43.35 Recinzioni metalliche	117
43.36 Ripristini stradali (specifiche tecniche e prestazionali)	126
43.37 Ripristini stradali (specifiche di controllo)	157
43.38 Recinzioni metalliche	163
43.39 Caratteristiche degli impianti elettrici	172
43.40 Verifica interferenza con degli ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo.	180
43.41 Formazione di rilevati	181

43.42	Opere di protezione spondale	182
43.43	Formazione di protezione spondale mediante copertura diffusa con astoni di salice	184
43.44	Fornitura e posa in opera di lastre in c.a. a protezione del petto arginale	185
43.45	Teli ripartitori di carichi	185
43.46	Geosintetici e geocompositi	185
43.47	Fornitura e posa in opera di georete tridimensionale antierosione, rinforzata con griglia in poliestere	186
43.48	Fornitura e posa in opera di rete metallica antinutrie	186
43.49	Fornitura e posa in opera di geomembrana impermeabile	186
43.50	Opere in verde	186
43.51	Messa a dimora di talee e piantine	189
43.52	Semine	191
43.53	Micropali iniettati	194
43.54	Pali secanti	200
43.55	Trattamenti colonnari di terra stabilizzata jet-grouting	202
43.56	Microtunnelling	206
43.57	Rivestimento delle pareti di scavo, pendici, pozzi di fondazione e/o pali (spritz-beton)	208
43.58	Palancole tipo Larssen	213
43.59	Trattamenti colonnari di terra stabilizzata jet-grouting	218
43.60	Diaframmi sottili eseguiti con il metodo jet-grouting monodirezionale	222
43.61	Paratoie in acciaio INOX	223
43.62	Paratoie di dimensioni maggiori a 140x140 cm	224
43.63	Collaudi e prove sulle condotte	225
43.64	Tecnologia prevista per la realizzazione dell'attraversamento linea RFI e strada statale: Microtunnelling	227
43.65	Sistema di sostegno provvisorio dei binari	230
43.66	Monitoraggio dei binari	240
43.67	Tecnologia prevista per la realizzazione dell'attraversamento linea RFI e strada statale: T.O.C.	241
43.68	Caratteristiche tecniche paratoie dei nodi idraulici	243
43.69	Impiantistica elettrica	246
43.70	Gestione apparecchiature elettromeccaniche e telecontrollo	247
43.71	Dispositivi antiriflusso	249
43.72	Opere di mitigazione ambientale a carico della ditta Appaltatrice	249
Art. 44 -	Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori	252
44.73	Norme generali	252
44.74	Scavi - demolizioni - rilevati	252
44.75	Murature in genere e conglomerati cementizi	259
44.76	Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate	262
44.77	Acciaio per c.a. e c.a.p.	263
44.78	Manufatti metallici	265
44.79	Fondazioni stradali	266
44.80	Conglomerati bituminosi	266
44.81	Opere in verde	266
44.82	Pavimentazioni, vespai, pavimenti	267
ALL.1 -	Cronoprogramma dei lavori	

B) CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO: SPECIFICHE TECNICHE

ART. 43 - Norme tecniche: qualità e provenienza dei materiali, modo di esequimento di ogni categoria di lavoro, ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

43.1 Materiali in genere

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati, oltre all'osservanza, per tutti i materiali da costruzione, delle norme emanate con RR.DD. 16/11/1939 dal n. 2228 al n. 2235.

43.2 Tracciamenti

Sui dati che saranno forniti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire i tracciamenti planimetrici ed altimetrici e provvedere al personale tutti i mezzi d'opera necessari, anche quando la Direzione stessa intenda verificare i detti tracciamenti.

Esso sarà tenuto a correggere e rifare, a tutte sue spese, quei lavori che in seguito ad alterazioni ed arbitrarie valutazioni di tracciamenti, sia planimetrico che altimetrico, la Direzione credesse inaccettabili a suo insindacabile giudizio.

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

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione 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 quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

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

43.3 Campioni e prove sui materiali

A ben precisare la natura delle provviste di materiali occorrenti all'esecuzione delle opere, la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Appaltatore presenti in via preventiva un certo numero di campioni dei materiali o delle forniture, da sottoporre alla scelta ed all'approvazione della Direzione Lavori stessa e del Committente, le quali giudicheranno sulla loro forma, qualità e lavorazione e determineranno di conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'Appaltatore per l'intera provvista.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Capitolato e dagli obblighi di Legge sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera.

In mancanza di un'ideale organizzazione per l'esecuzione delle prove previste o di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione Lavori od all'Organo per il Collaudo in corso d'Opera il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari.

Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tal sede l'Appaltatore ha facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

In mancanza di una speciale normativa di Legge o di Capitolato, le prove saranno eseguite da Ente Certificatore Terzo, legalmente riconosciuto, presso un Istituto autorizzato, la fabbrica d'origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori.

In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano dal presente Capitolato espressamente prescritti criteri diversi.

Qualora, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito di prove in corso, l'Appaltatore non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per il fermo cantiere o per danni che dovessero derivargli o spese che dovesse sostenere; tuttavia egli potrà richiedere una congrua proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori.

43.4 Demolizioni

L'impresa provvederà a denunciare immediatamente alla Direzione dei Lavori il rinvenimento di speroni di muratura o altro del genere o di oggetti di valore archeologico o artistico, che dovessero venire alla luce negli scavi, sospendendo gli scavi stessi finché possano essere fatti gli eventuali accertamenti dalla Direzione dei Lavori che prenderà i provvedimenti del caso.

Verrà accollata all'Impresa ogni responsabilità per mancanza di osservanza della Legge sulla conservazione dei monumenti. In caso di rinvenimento di antichi loculi con resti di ossa umane, queste saranno raccolte e fatte portare all'ossario del Cimitero, senza speciale compenso.

L'Impresa non potrà pretendere indennizzi per eventuali interruzioni dei lavori dipendenti dai rinvenimenti di cui sopra, eccezion fatta per la prestazione d'opera che venisse richiesta per il recupero di oggetti di valore archeologico e artistico.

Nelle demolizioni è obbligo dell'Impresa di adoperare i mezzi necessari per procurare il recupero di tutto il materiale riutilizzabile con obbligo di provvedere al deposito in luoghi da prescriversi dalla Direzione dei Lavori, ed il trasporto di rifiuti vari fuori dal cantiere, in località che verranno volta a volta designate.

I materiali recuperati resteranno sempre di proprietà dell'Amministrazione e nel caso la Direzione dei Lavori credesse opportuno, a suo insindacabile giudizio, prescriverne il reimpiego nei manufatti, i materiali stessi saranno addebitati all'Impresa come nuovi, al prezzo dell'elenco prezzi, con deduzione del 50%.

Le ricostruzioni con detti materiali saranno contabilizzate secondo i prezzi delle opere eseguite. La sabbia e ghiaia provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate nelle opere murarie.

Le demolizioni e rimozioni saranno contabilizzate in base alle rispettive voci dell'elenco prezzi.

43.5 Sabbia, ghiaia vagliata e spaccata - ghiaietto e coccio

La sabbia dovrà essere viva di fiume purgata e lavata. Essa sarà costituita da grani di media grossezza, pura, angolosa e rude al tatto, senza mescolanza con terra e argilla e di altre materie estranee e non dovrà contenere ciottolini di grossezza maggiori di m 0,006.

Per la formazione della malta occorrente nelle murature di mattoni e negli intonaci detta sabbia sarà sempre passata al setaccio.

La sabbia si misurerà sempre al volume, con il leggero cedimento che produce il paleggio con il badile senza esercitare pressione alcuna.

I ciottolini della ghiaia vagliata e di quella spaccata dovranno passare in tutti i sensi in un anello di m 0,012; essi saranno duri, compatti, omogenei, senza parti argillose calcaree e porose, saranno con ogni cura lavati e purgati da ogni specie di materie terrose estranee.

Il coccio provverrà dalla rottura dei mattoni, tegole e quadrelli sani di ottima qualità, in pezzi aventi dimensioni variabili da 0,01 a 0,04 m e sarà privo di parti di polvere e di ogni materia estranea.

43.6 Pietrisco

Il pietrisco, per il ripristino del suolo pubblico sistemato a macadam, dovrà ricavarsi esclusivamente dalla rottura meccanica di ciottoli scelti di cava di fiume, esclusi però quelli leggeri di aggregazione stratificata e comunque di cattiva qualità, cioè porosi, spugnosi, teneri, sfaldabili, scistosi.

Detto pietrisco prenderà la denominazione di pietrisco grosso, di pietrisco medio e di pietrisco piccolo, secondo che i diversi pezzi che lo compongono passino rispettivamente in tutte le direzioni attraverso un anello di mm 70 e di mm 50 di diametro e di mm 30 quello piccolo.

Per il pietrisco grosso ogni pezzo dovrà presentare almeno tre facce di rottura ed avere dimensioni di cm 4 e cm 7, per quello medio le facce di rottura dovranno stendersi completamente a tutte le facce di ogni singolo pezzo ed avere dimensioni da cm 3 a cm 5, quello piccolo dovrà avere dimensioni da cm 5 a cm 3.

La misura del materiale verrà fatta con apposito cassone parallelepipedo e saranno rigorosamente rifiutati quei cumuli di pietrisco contenenti più del 5% complessivamente di materiale di qualità o pezzatura diversa da quella stabilita.

43.7 Cementi

I cementi a lenta presa per la formazione della malta dei conglomerati cementizi, dovranno essere forniti dalle più importanti Ditte che possono assumere la responsabilità della regolare provvista di materiali a tipo costante e conforme ai campioni che saranno presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva la facoltà di prelevare da ogni spedizione i campioni da sottoporsi, ad esclusivo e totale carico della Ditta assuntrice, agli esperimenti di prova (nei Laboratori Tecnici accreditati) tendenti a stabilire la bontà e sempre a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori.

I cementi dovranno soddisfare le norme di cui alle particolari Leggi e prescrizioni in vigore al momento del loro impiego.

Siccome però i detti esperimenti esigono un certo tempo, gli Impresari non appena saranno provvisti di un cantiere, in vicinanza dei lavori con locali appositi per il deposito del cemento, dovranno procurarsi quella quantità di cemento giudicabile conveniente per la regolare e continua esecuzione delle opere, avendo cura di fare ordinazioni in modo che le diverse spedizioni restino giacenti in cantiere per il periodo di tempo necessario alla conoscenza dei risultati delle prove meccaniche su detto regolamento, cioè non inferiore a 15 gg. per modo che si abbia sempre una quantità di cemento già sperimentato dalla Direzione dei Lavori, mentre altro materiale identico sarà depositato in separato locale per tutto il tempo occorrente agli esperimenti di prova.

Se durante l'immagazzinamento si venisse a riconoscere che uno o più sacchi della provvista abbia sofferto l'umidità per modo che il cemento non sia completamente ed assolutamente pulverulento, questi saranno rifiutati ed immediatamente fatti allontanare dal cantiere a totale carico dell'Appaltatore.

Quando i risultati degli esperimenti di prova non siano conformi alle prescrizioni ministeriali, l'intera spedizione sarà rifiutata e fatta immediatamente trasportare fuori dal deposito ed allontanata dal cantiere a spese dell'Impresa.

Il cemento da usarsi sarà quello prescritto dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso il cemento dovrà possedere tutti i requisiti prescritti per l'accettazione degli agglomerati idraulici dalle vigenti norme in materia.

43.8 Materiali metallici - Qualità, prescrizioni e prove

I materiali metallici dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, come specificato nelle vigenti normative UNI.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme UNI vigenti.

a) Acciaio per costruzioni in laminati o profilati

Dovrà essere a grana fine e compatta, senza difetti di lavorazione e rispondere alle prescrizioni di elenco. Dovrà comunque rispettare le norme vigenti per le strutture in c.a. o acciaio e dovrà essere saldabile.

b) Ghisa

La ghisa della quale saranno costituiti i chiusini, le caditoie e altri manufatti, dovrà essere, tra quelle usate per la costruzione di tali materiali, delle qualità più adatte perché questi riuniscano alla resistenza, agli urti, le maggiori resistenze alle azioni chimiche dell'acqua e dei terreni.

Dovrà essere esente da scorie e da qualunque sostanza di qualità inferiore. Dovrà avere tutti i requisiti qualitativi stabiliti dalle Norme Governative in vigore (UNI 5007).

La fusione dovrà essere fatta in modo che i singoli pezzi non presentino sbavatura o soffiature, sporgenze e scheggiature.

c) Piombo

Sarà di prima qualità. Le impurità saranno tollerate soltanto allo stato di traccia e non dovranno superare l'1%.

43.9 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 spleamenti, 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 spleamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costituirvi 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.

Nel prezzo dello scavo di sbancamento riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

43.10 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto 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 l'Amministrazione 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.

E' 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'Impresa 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'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto interno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

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

Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per una altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, 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 cm 20 previsto nel titolo seguente, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua 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 escavare 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, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di cm 20 (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 cm 20.

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.

Nel prezzo dello scavo di fondazione riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

43.11 Scavi in sotterraneo

a) Generalità

Prima di dare inizio agli scavi in sotterraneo deve essere assicurato l'intestatura degli attacchi, di norma con fronte in muratura.

Gli scavi in sotterraneo devono essere condotti con tutte le specifiche cautele atte a garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro; in particolare devono essere adottati tutti i provvedimenti atti a segnalare, prevenire ed eliminare i pericoli di frane, crolli, allagamenti, venute d'acqua e di gas.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad attuare i provvedimenti necessari affinché le opere sottopassate o comunque interessate dagli scavi non abbiano a subire danneggiamenti.

Per gli scavi in sotterraneo, si definisce contorno "A" il contorno della sezione teorica (di scavo) definitiva; tale sezione comprende (ove previsto o riconosciuto) anche il vano del condotto di drenaggio.

Salvo diversa indicazione, le sezioni di scavo in sotterraneo sono sempre rappresentate secondo il loro contorno teorico (contorno "A"):

In presenza di rivestimenti e prerivestimenti, detto contorno coincide con l'estradosso teorico dei rivestimenti e prerivestimenti prescritti tra i quali si intendono compresi i getti proiettati aventi funzione di rivestimento definitivo.

Gli scavi devono essere eseguiti e regolarizzati in modo da osservare il più esattamente possibile il suddetto contorno A, tenuto conto degli spazi occupati e regolarizzati in modo da osservare il più esattamente possibile il suddetto contorno A, tenuto conto degli spazi occupati dalle armature dello scavo e delle tolleranze di rientro per esse ammesse; all'interno del contorno A non sono comunque ammesse rientranze per il terreno, neppure in forma di punte isolate.

Quando necessario devono essere eseguiti al fronte di scavo i sondaggi esplorativi per l'accertamento delle caratteristiche del terreno, delle venute d'acqua, e degli altri elementi che possono avere rilievo per l'avanzamento.

Le operazioni di scavo, se del caso, devono essere eseguite anche in alternanza con i getti di rivestimento.

Quando gli scavi sono eseguiti con l'impiego di esplosivi, la distribuzione e profondità dei fori da mina, l'entità delle relative cariche e le modalità di scavo in genere devono essere stabilite in base alle caratteristiche dei terreni, curando di ottenere una sezione finale regolare e conforme ai profili prescritti, evitando con la massima cura il formarsi di fornelli, frane, scoscendimenti e curando di ridurre al minimo possibile il disturbo alla formazione oltre il profilo prescritto.

Per lo scavo di gallerie, rimonte e pozzi devono essere di norma usate tecniche di abbattimento controllato, quali il pre-splitting e lo smooth-blasting.

Subito dopo le volate le pareti dello scavo devono essere disgiunte con la massima cura sia al fronte di lavoro che a distanza da esso.

Quando nell'esecuzione degli scavi in sotterraneo sia ritenuta possibile la presenza dei gas nocivi o pericolosi, l'Appaltatore deve di sua iniziativa porre immediatamente in atto ogni provvedimento idoneo a garantire la sicurezza e la prosecuzione dei lavori.

43.12 Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata

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, e restano a totale carico dell'Appaltatore essendo comprese nel prezzo di elenco per lo scavo.

Per scavi di profondità inferiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con box pesanti costituiti da cassoni autoaffondanti e distanziatori regolabili in acciaio". I cassoni, premontati a bordo scavo, del tipo a ribaltamento oppure a traino, saranno costituiti da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che i distanziatori metallici, dotati di cerniere alle estremità, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo. Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

Per scavi di profondità superiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con moduli dotati di guide di scorrimento a semplice o a doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelloni scorrevoli, ad avanzamento scavo". L'armatura perimetrale sarà costituita da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che gli slittoni distanziatori di scorrimento, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo.

Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

L'impresa appaltatrice è tenuta ad utilizzare, in ogni caso, un'armatura adeguata alla profondità di scavo ed alle caratteristiche del terreno.

Ove non espressamente prevista in progetto un'armatura speciale, l'armatura dello scavo è comunque compresa nei prezzi d'elenco riguardanti gli scavi: resta perciò a totale carico dell'impresa eseguire il contenimento del terreno come da normativa vigente.

43.13 Norme generali per l'esecuzione dei lavori

Eseguiti gli scavi con le precise dimensioni e livellette che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, l'Imprenditore dovrà collocare i necessari capisaldi definitivi per le livellette, i quali saranno verificati e riconosciuti dalla Direzione dei Lavori stessa.

Procederà in seguito alla regolarizzazione e battitura del fosso che dovrà sostenere il manufatto in modo da renderlo perfettamente conforme alla sagoma stabilita ed uniformemente resistente.

Le bocche d'immissione per il servizio pubblico e privato saranno costruite a misura del progredire dei lavori, con le modalità e nei luoghi che saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà, sotto la sua completa responsabilità, prendere tutte le precauzioni che saranno necessario per assicurare l'incolumità del personale addetto ai lavori, nonché ai passanti ed al transito in genere, ponendo costantemente le barriere ed i debiti segnali, sia nei lavori in trincea, ed avendo apposito personale a guardia di ogni bocca di pozzo.

I segnali di preavviso dovranno essere del tipo regolamentare.

Quando il lavoro debba essere eseguito anche nella stagione invernale, si provvederà pure ad un conveniente ricovero ben riscaldato per la manipolazione delle malte e dei conglomerati, nonché per il ricovero del personale di guardia e di servizio.

Sempre durante la stagione invernale, le murature di qualsiasi natura ed in modo speciale le gettate in conglomerato cementizio armato o no, dovranno venire accuratamente ricoperte con sacchi di tela, paglia e soprastante tavolame in modo da eliminare assolutamente il pericolo del congelamento delle malte e dei getti, ed in occasione di nevicate, l'Imprenditore dovrà tosto a sue spese togliere la neve dai cumuli di materiali, accumularla e trasportarla in luogo a cui possono avere accesso i mezzi per lo sgombrò.

I materiali per la costruzione delle opere murarie dovranno essere trasportati a piè d'opera a mano a mano che occorrono e non sarà concesso accumulare grandi quantità non occorrenti all'impiego immediato che nei casi speciali che la Direzione dei Lavori riterrà opportuno.

Tutti i materiali dovranno essere trasportati a piè d'opera già perfettamente lavati e privi di materie estranee.

I lavori dovranno essere eseguiti in ogni dettaglio a perfetta regola d'arte, in conformità agli ordini ricevuti dalla Direzione dei Lavori, che potrà dare, qualora lo ritenga opportuno, i relativi disegni dei particolari.

La Direzione dei Lavori avrà sempre diritto a far eseguire sondaggi nelle opere in corso ed ultimate e di ordinare la demolizione di quelle parti che fossero trovate difettose.

Tanto i sondaggi quanto le eventuali demolizioni e rifacimenti suddetti saranno a totale carico dell'Impresa.

43.14 Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti porzioni:

- | | | |
|----|---|---------|
| a) | Malta comune | |
| | Calce spenta in pasta | mc 0,45 |
| | Sabbia mc 0,90 | |
| b) | Malta grassa crivellata | |
| | Calce spenta in pasta | mc 0,60 |
| | Sabbia crivellata | mc 0,90 |
| c) | Malta idraulica | |
| | Calce idraulica | ql 4,00 |
| | Sabbia mc 0,90 | |
| d) | Malta cementizia | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 3,00 |
| | Sabbia mc 1,00 | |
| e) | Malta cementizia per intonaci | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 4,00 |
| | Sabbia mc 1,00 | |
| f) | Malta cementizia grassa per la superficie dei pavimenti | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 6,00 |
| | Sabbia mc 1,00 | |
| g) | Conglomerato cementizio per murature in elevazione | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 2,50 |
| | Sabbia mc 0,40 | |
| | Ghiaia e pietrisco | mc 0,80 |
| h) | Conglomerato cementizio per strutture armate | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 3,00 |
| | Sabbia mc 0,40 | |
| | Ghiaia e pietrisco | mc 0,80 |

La sabbia ed il pietrisco proverranno da idonee cave di fiume.

La dosatura di cemento tipo 325 sarà di kg 300 al metro cubo di miscela asciutta di sabbia e pietrischetto (e ghiaia quando sia ammessa); questa dosatura sarà quella del conglomerato a consistenza normale (di terra appena umida e con circa 120 litri d'acqua al metro cubo) nel caso fosse ammesso (o prescritto) l'uso di

impasti plastici o fluidi la dosatura sarà rispettivamente almeno a kg 330 e 360, fermo restando il prezzo contrattuale.

La composizione granulometrica degli inerti soddisferà alle condizioni di cui all'art. 7 delle norme ufficiali (R.D. 16/11/1939 n. 2229) ma potrà essere prescritta la seguente od analoga:

Sabbia fine (da 0 a 2 mm)	25% in peso
Sabbia grossa o graniglia (da 2 a 7 mm)	15% in peso
Pietrischetto (da 7 a 15 mm)	30% in peso
Pietrischetto (da 7 a 30 mm)	30% in peso

Nella esecuzione delle opere in cemento armato l'Impresa dovrà attenersi strettamente a tutte le norme del D.M. del 30 maggio 1972 e del D.M. 14/1/1966 per l'accettazione dei leganti idraulici, nonché alla legge n. 1086 del 5/11/1971, e successivi aggiornamenti.

L'Appaltatore dovrà dimensionare, sia come calcolo di progetto sia come calcolo di verifica, a firma di un ingegnere o architetto iscritto all'albo, le strutture che egli dovrà eseguire, in conformità con la progettazione generale dell'opera stessa, a cui bisognerà fare preciso riferimento.

L'Appaltatore dovrà adempiere alle prescrizioni di legge, con la denuncia e consegna degli elaborati al Genio Civile, e dovrà produrre i provini sui materiali ed i loro relativi certificati rilasciati da istituti autorizzati.

L'Appaltatore unitamente al calcolatore, si assumono la piena responsabilità statica delle opere e la loro esecuzione secondo i criteri di sicurezza indicati dalla normativa vigente.

Tutti i calcoli ed i disegni esecutivi dovranno essere prodotti e consegnati alla Stazione Appaltante in duplice copia, entro i termini richiesti dalla medesima ovvero dalla Direzione Lavori.

Gli impasti dovranno essere eseguiti con betoniera, costipati dopo il getto con utensili pneumatici con vibrazione (da effettuarsi sulla massa del getto e contro le casseforme le quali dovranno avere la necessaria robustezza) e sono tollerati gli impasti e costipamenti a mano solo per i piccoli quantitativi o strutture poco importanti purché eseguiti con speciale accortezza.

Per il calcestruzzo per c.a. ad alta resistenza, si impiegherà cemento di tipo 425 dosato a kg 350 per mc, eventualmente da aumentarsi allo scopo di garantire una resistenza cubica a 28 giorni di kg 300 cmq; è vietato l'impiego di ghiaia; il pietrischetto da impiegarsi dovrà offrire una resistenza a compressione su provini saturi di acqua non inferiore a 800 kg a cmq.

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato a uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta a volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

43.15 Tubazioni in cls ed in cemento armato

Tubazioni in cemento armato turbocentrifugato a compressione radiale con giunto in acciaio a mezzo spessore

Le tubazioni in cemento armato turbocentrifugato dovranno essere costruite con calcestruzzo di cemento Portland 325 dosato con almeno 3,5 quintali per ogni metro cubo di inerte ed attivato con ceneri volanti nella misura del 20÷25% del peso del cemento, oppure con cemento d'alto forno R 425 con dosaggio minimo di 350 kg/m³.

- L'armatura sarà eseguita con tondini di acciaio disposti a spirale continua e saldati, senza apporto di materiale, ai ferri longitudinali, anch'essi di tondino per c.a.
Il passo della spirale ed il diametro del tondino (armatura ad alta resistenza) dovranno essere tali da assicurare le resistenze allo schiacciamento di progetto.
- I giunti delle tubazioni saranno a mezzo spessore, conformati secondo i disegni di progetto, e comunque saldati all'armatura della tubazione.
- Le superfici a contatto con la guarnizione saranno in acciaio, saldate alle armature e protette contro la corrosione chimica ed elettrostatica con resine epossidiche, per uno spessore minimo di 250 microns, e comunque tale da garantire un isolamento elettrico contro le cosiddette "correnti vaganti" di almeno 2000 V.
- Le guarnizioni saranno di gomma neoprene della durezza di 45/50 Shore, e dovranno garantire la perfetta tenuta nonché la funzionalità d'esercizio delle condotte.
- La lunghezza dei singoli tubi sarà compresa tra m 2,50 e 4,00.
- Le tubazioni di sezione circolare, senza piano di posa, dovranno essere ben stagionate, levigate e perfettamente rettilinee, a sezione interna ed esterna esattamente circolare, di spessore uniforme a scevre da screpolature, e dovranno essere conformi alle norme DIN 4032, DIN 4035 ed al Decreto Ministeriale 12.12.1985.
- Se richieste, e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti, e delle resine impiegate, redatte da istituti di ricerca autorizzati a tale scopo.

PRESCRIZIONI TECNICHE PER I TUBI DI CEMENTO ARMATO

I tubi di cemento armato dovranno rispondere in tutto alle seguenti tassative disposizioni:

- per potersi definire "armato" il tubo turbocentrifugato con anello di acciaio deve avere serie di ferri disposti come segue:
 - a) anelli saldati a spirale continua a passo costante;
 - b) elementi longitudinali lungo le generatrici, lunghi quanto il tubo, disposti ad intervalli regolari;
 - c) anelli di incastro maschio/femmina in acciaio, saldati alla armatura.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

a) Processo di fabbricazione dei tubi

I tubi devono essere fabbricati con il metodo della compressione radiale in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato. La stagionatura potrà avvenire entro vasche d'acqua oppure, sistemando i tubi in posizione verticale, con continua asperzione d'acqua. La durata della immersione o della asperzione non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7 giorni.

E' ammessa la maturazione a vapore, purché l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione secondo una curva predeterminata; anche per i tubi maturati a vapore si deve poi praticare la stagionatura di cui al punto precedente.

b) Inerti, cemento, acqua

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate.

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari (ad esempio da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm, oltre i 7 mm), con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 25 mm.

La composizione granulometrica, oltrechè legata al processo di fabbricazione, dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa, e dosata in modo da ottenere un impasto con un rapporto acqua/cemento non superiore a 0,37.

c) Armature metalliche

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da ferri tondi avvolti a spirale e collegati longitudinalmente da tondi in numero e diametro sufficiente per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

- I numero dei ferri longitudinali, il diametro ed il passo della spirale saranno definiti dai calcoli statici in funzione dei carichi e delle sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire.
- I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm. Sulla posizione di armatura è ammessa una tolleranza di circa 0,5 cm, purché sia sempre assicurato il copriferro minimo di 3 cm.
- Gli anelli di incastro maschio/femmina saranno realizzati con lamiera d'acciaio laminata a caldo, di spessore minimo 3 mm, calandrati, saldati d'estremità con processo di saldatura a scintillio, sagomati a freddo per ottenere la sede di alloggiamento della guarnizione sull'incastro maschio e lo smusso di invito per l'incastro femmina. Gli anelli saranno poi, uno ad uno, calibrati con procedimento ad espansione, per garantire la perfetta circolarità e le tolleranze dimensionali.
- Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature e degli anelli deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere di cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle

norme stesse. In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm, la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo

d) Impasti, lavorazione, requisiti del calcestruzzo

- Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione, il cemento sarà misurato a peso, per gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume, le ceneri volanti in peso.
- il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.
- La qualità del conglomerato si dovrà controllare con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni.

Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici di spigolo cm 15. I provini verranno confezionati con stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua/cemento ottenuto nei manufatti e stagionati in vasca d'acqua termostata a $20^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$.

I cubi verranno rotti a schiacciamento.

Le prove di rottura verranno eseguite dopo 7 e 28 giorni di stagionatura.

Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cmq, determinate con media dei tre risultati migliori.

Resistenza unitaria a compressione dopo 7 giorni = 275 kg/cmq

Resistenza unitaria a compressione dopo 28 giorni = 400 kg/cmq

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8 % in massa .

e) Giunti

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti di acciaio a mezzo spessore, con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma neoprene.

Il disegno del giunto e le dimensioni saranno quelle previste nei disegni di progetto. L'anello di tenuta, in gomma neoprene, dovrà avere una durezza Shore 45/50; il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze delle superfici nei due sensi, e della massima possibile eccentricità di posa tra i tubi adiacenti, resterà compreso tra il 30% ed il 70%.

L'elastomero costituente la guarnizione deve essere ad alta resistenza chimica , anti-invecchiante , del tipo a struttura piena (non cellulare). In ogni caso deve essere conforme alle specifiche di cui alle norme ASTM C 443 oppure DIN 4060 oppure UNI 4920 o equivalenti

Le superfici di acciaio dovranno essere rivestite con resine epossidiche per uno spessore di almeno 250 microns, essere completamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni e simili difetti: a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purché localizzato, sporadico ed eseguito con materiali di provata efficacia; è inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentano di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

L'acciaio deve essere del tipo Fe P 13 secondo norma UNI 5867 con spessore minimo 3 mm . E' un acciaio non legato per imbutitura a freddo .

COLLAUDI

Le prove di tenuta nello stabilimento di produzione dovranno essere eseguite su due tubi accoppiati. Detta attrezzatura (prova-giunti) deve assicurare la prova del giunto mediante il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria. A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 5'. Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti. Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna purché in ogni singolo tubo l'estensione della superficie umida non superi il 20% della superficie totale esterna. Durante tutta la durata della prova è comunque ammessa una perdita pari a 0.1 litri/mq di superficie bagnata.

Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente. L'Impresa dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497.

Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal committente tra quelli già forniti a piè d'opera.

Essi dovranno essere dati gratuitamente, fino ad un massimo di tre per lotto di diverso diametro.

Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali, si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni, consisteranno in:

a) Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

b) Prove di rottura a schiacciamento

La prova dovrà essere eseguita su un tubo intero, secondo le modalità indicate nelle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

- 1) carico di fessurazione
- 2) carico di rottura

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più in grado di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti espressi in kg per metro lineare di tubo:

- fino al diametro nominale di 1600 mm (compreso)
 - 100 kN/m² al limite di fessurazione
 - 140 kN/m² al limite di collasso
- per i diametri nominali da 1800 mm a 2200 mm (compresi)
 - 80 kN/m² al limite di fessurazione
 - 125 kN/m² al limite di collasso
- per i diametri nominali superiori a 2500 mm (compreso)
 - 70 kN/m² al limite di fessurazione
 - 100 kN/m² al limite di collasso

La prova deve essere eseguita con il metodo dell'appoggio su tre generatrici, con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per un minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere diritti e saldamente fissati ad una base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere quella indicata nelle norme in funzione del diametro del tubo. Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno strato di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm, e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T, di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Anche superiormente si può applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con lo spessimetro di lamiera della forma e delle dimensioni indicate dalla Direzione Lavori. Esso dovrà penetrare liberamente per almeno 1,5 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

c) Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- 2) per esito negativo delle prove di accertamento;
- 3) per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o per mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una tenuta a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedessero tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dalla inadempienza del contratto.

d) Posa in opera delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere messe in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante atto a consentire il perfetto accoppiamento dei tubi e comunque secondo quanto prescritto nella norma DIN 4033.

E' altresì fatto obbligo di lubrificare, prima del montaggio, entrambi i semigiunti maschio e femmina con grassi o saponi vegetali, o comunque con lubrificanti di qualità e caratteristiche chimico-fisiche tali da non pregiudicare la durabilità delle guarnizioni.

E' vietato l'uso di grassi minerali.

I tubi dovranno rispettare la seguente normativa:

UNI U73.04.096.0	Tubi di calcestruzzo armato , non armato e rinforzato con fibre d'acciaio
UNI 4920	Prodotti finiti di elastomeri . Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico . Requisiti e prove
DIN 4060	Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature
UNI 8981	Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo
UNI 7517	Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna
DIN 4033	Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati : direttive per la costruzione
ATV A 127	Guida per l'analisi statica di fognature e canalizzazioni
Circ.M.LL.PP. 7/1/74 n.11633	Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di Fognature
D.M.LL.PP. 12/12/85	Norme tecniche relative alle tubazioni
Circ.M.LL.PP.n 27291	Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni . Decreto M.LL.PP. 12/12/85
D.Ministeriale 23/02/71	Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
Delibera 04/02/77	Criteri , metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 , lettere B),D),ed E) della legge 10 maggio 1976 n. 319 , recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

PEZZI SPECIALI PER TUBAZIONI IN CEMENTO ARMATO TURBOCENTRIFUGATO CON GIUNTO IN ACCIAIO A MEZZO SPESSORE

a) pozzetto di ispezione incorporato

I tubi di calcestruzzo, in corrispondenza dei pozzetti d'ispezione, hanno incorporato la predisposizione per il pozzetto di ispezione "laterale" realizzata in c.a. con le seguenti dimensioni:

diametro interno : 1000 mm
spessore parete : 150 mm

La predisposizione per il pozzetto viene realizzata praticando una finestra nel tubo di calcestruzzo immediatamente dopo la fabbricazione dello stesso in modo tale da poter utilizzare l'armatura del tubo come armatura di ripresa, senza soluzione di continuità ed in modo tale da costituire un corpo unico tra tubo e pozzetto.

L'estremità libera della predisposizione al pozzetto è costruita in modo da avere un incastro a $\frac{1}{2}$ spessore per centraggio e sigillatura delle prolunghe verticali che costituisce l'ossatura del pozzetto di ispezione.

Le prolunghe, in cls, hanno DN 1000 mm e spessore 150 mm mentre le lunghezze sono preferibilmente 1500 oppure 2000 mm. Il cono terminale, in cls, ha il passo d'uomo con DN 600 mm ed una lunghezza modulare di 250 mm partendo da un minimo di 750 mm fino ad un massimo di 2000 mm.

Il raggiungimento della quota esatta del piano stradale potrà essere ottenuto con degli anelli in cls DN 600 mm con altezza di 50, 100 e 200 mm.

La giunzione tra i vari elementi componenti il pozzetto avverrà tramite l'interposizione di una guarnizione del tipo incorporato in elastomero premontata in stabilimento che garantirà la tenuta idraulica anche in presenza di falda. L'elastomero sarà conforme alle DIN 4060 o equivalenti.

b) prolunga

La prolunga per pozzetto è realizzata in cls vibrato con dosaggio di cemento tipo portland 42.5 di almeno 350 kg/mc per ottenere un calcestruzzo di resistenza caratteristica di 400 kg/cm²

- è provvista di ganci di sollevamento (omologati)
- i giunti sono del tipo a $\frac{1}{2}$ spessore per garantire il centraggio e la sigillatura e consentono il posizionamento della guarnizione in elastomero. Quest'ultima può essere del tipo incorporato nel getto di cls nell'incastro femmina (su richiesta) oppure da applicare sull'incastro maschio dell'elemento già posizionato in precedenza (soluzione standard)
- le pareti sono di spessore uniforme, lisce e prive di fessure
- i manufatti devono essere conformi alle norme DIN 4035, al D.M. 12/12/1985 e già conformi alle Norme Europee prEN 1917 HS 256

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

luce interna	diametro	1000 mm
spessore pareti		150 mm

altezza	variabile	250 mm min - 2000 mm max (con modulo di variazione di 250 mm)
---------	-----------	---

c) elemento terminale con cono di riduzione

L'elemento terminale è realizzato in cls vibrato con dosaggio di cemento tipo Portland 42.5 di almeno 350 kg/mc per ottenere un calcestruzzo con resistenza caratteristica di 400 kg/cmq

- è provvisto di ganci di sollevamento (omologati)
- i giunti sono del tipo a $\frac{1}{2}$ spessore per garantire il centraggio e la sigillatura e consentono il posizionamento della guarnizione in elastomero . Quest'ultima può essere del tipo incorporato nel getto di cls nell'incastro femmina (su richiesta) oppure da applicare sull'incastro maschio dell'elemento già posizionato in precedenza (soluzione standard)
- le pareti sono di spessore uniforme , lisce e prive di fessure
- la parte terminale conica è armata con 8 longitudinali diam. 8 mm e 3 anelli diam. 6 mm
- i manufatti devono essere conformi alle norme DIN 4035 , al D.M. 12/12/1985 e già conformi alle Norme Europee prEN 1917 HS 256

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

luce interna	diametro	1000 mm
spessore pareti		150 mm
altezza	variabile	750 mm min - 1975 mm max (con modulo di variazione di 250 mm)
passo d'uomo	diametro	600 mm

d) soletta

Le solette di chiusura sono realizzate in c.a. vibrato con dosaggio di cemento tipo Portland 42.5 di almeno 350 kg/mc.

- l'armatura è realizzata con rete elettrosaldata e filo ad aderenza migliorata tipo Fe B 44 K (cfr disegno) e rinforzata, in corrispondenza del passo d'uomo, con tondino diam. 14. L'armatura è calcolata per consentire il passaggio di un carico di prima categoria, come definito dal D.M. 02/08/1980 e modifiche secondo D.M. 04/05/1990
- la soletta è dotata di ganci di sollevamento e movimentazione secondo le normative di cui al DPR 24/05/1988 n. 224 (G.U. 23/06/1988 n. 146)

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI:

dimensioni esterne	diam 1300 mm
spessore	150 mm
passo d'uomo	diam. 600 mm (laterale)

43.16 Tubazioni in c.a. turbocentrifugato reggisplinta per microtunnelling

La tubazione circolare in calcestruzzo armato vibrato e compresso o turbocentrifugato per microtunnelling dovrà essere realizzata con calcestruzzo classe di resistenza C40/50, prodotto con l'impiego di materie prime

marcate CE secondo le normative vigenti e nel rispetto delle classi di esposizione specificate nel progetto. Dovrà essere atta a sopportare carichi ferroviari per le profondità di posa/infissione in progetto. L'armatura è costituita da doppia gabbia a spirale continua in acciaio trafilato ad aderenza migliorata del tipo B450A e da barre longitudinali lisce con forchette di testata per l'ancoraggio delle armature interne ed esterne. Il sistema di giunzione è del tipo maschio e femmina, completo di giunto a tenuta, costituito da un manicotto in acciaio del tipo S275JR smussato, verniciato e incorporato nel calcestruzzo in fase di getto e da una guarnizione in gomma elastomerica SBR-40 a sezione cuneiforme montata sul giunto maschio atta a garantire la tenuta idraulica per pressioni idrostatiche esterne di massimo 1,5 bar. La tubazione a Spinta verificata per Carichi FERROVIARI, ricoprimento 150-350 cm, **pressione di collaudo interna di 5 bar** e limitazione della tensione dell'armatura a 1000 daN/mq, pressione d'esercizio interna di 1,0 bar e presenza di falda.

Rivestimenti ed impermeabilizzanti interni. In alternativa:

- tubazione realizzata con rivestimento interno 360° in Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE T-Grip spessore 2 mm, perfettamente integrato nel getto, saldature dei giunti in opera ad estrusione (per apporto di materiale, verifica di tutte le saldature con la tecnica dello scintillografo e rilascio finale di verbale di collaudo che attesti la positività di ogni saldatura).
- protezione interna con il rivestimento SCUDOTEK CSI2A o similare: sistema Epoxy-siliceo con uno spessore finito di 1000 micron - conforme alla norma UNI EN 1504-2;
Prestazioni minime richieste:
Aderenza su cls anche umido 3 MPa secondo UNI EN 13578
Resistenza alla pressione idrostatica inversa 250 KPa secondo UNI 8298 parte 8
Permeabilità all'acqua W 0,001 secondo EN 1062-3
Permeabilità al biossido di carbonio SD 400 m secondo EN 1062-6
Resistenza all'abrasione 250mg secondo UNI EN ISO 5470-1
Resistenza all'attacco chimico severo classe II, secondo UNI EN 13529 per i gruppi 1, 4, 9, 10, 11, 12, 14.

La ditta appaltatrice richiederà apposita relazione di calcolo per posa sotto linea ferroviaria e la consegnerà preventivamente a DL, CSE ed RFI per preventiva approvazione.

Ai sensi del paragrafo 4.3.10 dell'allegato A del DECRETO 4 aprile 2014 "*Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*", la pressione di prova idraulica da controllare con manometro registratore deve mantenersi costante per **due ore** dopo raggiunta la stabilizzazione del sistema. Il risultato della prova deve essere verbalizzato.

Ai sensi del paragrafo 4.3.7 dell'allegato A del DECRETO 4 aprile 2014 "*Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*", la ditta produttrice dei tubi dovrà fornire una relazione di calcolo tenendo conto che gli sforzi di trazione debbono essere tutti assorbiti dall'armatura in acciaio la cui tensione non deve superare il limite di 1000daN/cm².

Tutti gli oneri per il collaudo delle tratte posate in microtunnelling sono a totale carico dell'Impresa Appaltatrice (in via non esaustiva, si cita: tamponamento condotte, fornitura e posa di flange cieche e relativa bulloneria speciale, palloni otturatori, puntellamenti, opere di fissaggio, carpenteria metallica, compressori, manometri registratori e data logger, monitoraggio binari, opere provvisorie, ecc).

Le tubazioni devono essere certificate PN 5 bar dal Produttore.

43.17 Rinterro e copertura delle tubazioni

Il rinterro delle tubazioni poste in opera come al precedente articolo dovrà avvenire esclusivamente solo dopo la verifica anche da parte della D.L. della perfetta tenuta idraulica.

Qualora, per motivi di necessità, il rinterro, eseguito secondo le modalità di cui si dirà appresso, dovesse avvenire prima della richiesta verifica della perfetta tenuta idraulica, detto rinterro sarà effettuato dall'Appaltatore a completo suo rischio, senza che nessun compenso aggiuntivo gli venga riconosciuto per gli eventuali lavori che si rendessero necessari per eliminare le eventuali perdite idrauliche presenti nella tubazione.

Il rinterro potrà essere effettuato col materiale di risulta dagli scavi, sempre che la D.L. ne riconosca la validità per il lavoro in oggetto.

Qualora tale materiale non sia riconosciuto idoneo dovrà essere portato a discarica a totale onere dell'impresa Appaltatrice.

Verrà invece riconosciuto il compenso per la sola fornitura a piè d'opera di materiale adatto al riempimento degli scavi.

Il riempimento dovrà avvenire per strati successivi non superiori ai 30 cm ben costipati per limitare i successivi assestamenti del terreno.

Nessun compenso aggiuntivo verrà riconosciuto per successivi rinterri dovuti a vistosi assestamenti, in quanto dovuti a cattiva esecuzione del primitivo rinterro.

Le precedenti voci costituenti il rinterro sono già compensate nel prezzo di applicazione valutato per lo scavo e pertanto non costituiranno in alcun caso compenso aggiuntivo per l'impresa Appaltatrice.

La deroga di alcuna delle prescrizioni precedenti per le modalità di rinterro verrà opportunamente valutata dalla Direzione Lavori e potrà eventualmente essere concessa in casi di necessità o di pericolo per terzi sempre salvi gli obblighi della ditta Appaltatrice per gli eventuali inconvenienti che possano manifestarsi.

43.18 Norme particolari per strutture a tenuta idraulica

Le vasche ed i serbatoi in cui non è prevista l'esecuzione di intonaco sulla superficie a contatto con l'acqua ne' posa di pellicole impermeabili dovranno comunque essere a perfetta tenuta idraulica; i getti dovranno quindi risultare totalmente impermeabili.

Nessun compenso particolare sarà dovuto all'Appaltatore per ottenere tale risultato, in quanto i prezzi in Elenco già tengono conto di ogni onere.

In particolare si prescrive che vengano utilizzati additivi atossici per cemento con funzione antiritiro, da dosare secondo le prescrizioni dei fornitori.

L'Appaltatore potrà, sentita la Direzione Lavori, variare le modalità esecutive previste dagli elaborati strutturali in merito alla qualità e dosaggio degli additivi alle riprese dei getti, ai morsetti di controventamento dei casseri, all'esecuzione dei giunti di dilatazione, intendendosi che resterà sempre ed in ogni caso l'unico responsabile della perfetta esecuzione delle opere.

Per le vasche ed i serbatoi è prescritta la prova di tenuta.

Nel malaugurato caso che la stessa non si concludesse positivamente, l'Appaltatore sarà tenuto ad adempiere, a propri oneri e spese, a tutti i lavori di risanamento e ripristino con i materiali che la Direzione Lavori gli indicherà; tali ripristini dovranno essere ripetuti fino a quando la prova darà esito positivo.

43.19 Collaudi e prove sulla canalizzazione

43.19.1 generalità

Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta secondo le prescrizioni della tabella che segue.

Le pressioni di collaudo in campo, p_c , per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio p_E : esse dovranno comunque risultare $p_c = 1.5 p_E$, semprechè detto valore risulti superiore a $p_E + 2$ (kgf/cm²), valore limite inferiore per le pressioni p_c . Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiore a m 0,50 circa.

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Acciaio saldato e non saldato	Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione	UNI 6363/84 par. 9.7.1 UNI 6363/84 tubi saldati par. 9.7.5/6 tubi senza saldatura par. 9.7.7	
Ghisa grigia	Prova per pressione interna Prova di flessione su anello o comportamento a flessione	UNI 5336/69 par. 11.1 UNI 5336/69 par. 11.2.2 par. 11.2.3	
Ghisa a grafite sferoidale	Prova per pressione interna Comportamento del materiale a trazione	UNI ISO 2531/81 par. 16.2 UNI ISO 2531/81 par. 14	

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
PVC rigido non plastificato	Prova per pressione interna T = 20°C, t = 1 ^h T = 60°C, t = 1 ^h T = 60°C, t = 1000 ^h	UNI 7448//75 par. 3.8	UNI 7441/75 par. 7
Polietilene ad alta densità	Prova per pressione interna	UNI 7611 par. 10	UNI 7611 par. 7
Amianto-cemento	Prova pressione interna (scoppio) Prova di flessione trasversale (rottura)	UNI 4372/76 4372A/76 par. 5.2 par. A5.2 UNI 4372/76 4372A/76 par. 5.3 par. A5.3	UNI 4372/76,M 4372A/76 par. 2.4 par. 2.2A
Cemento armato (senza lamierino)	prova per pressione interna; rottura $p_r \geq p^* + 1.5$ $p^* \leq 3 \text{ kgf/cm}^2$ ovvero $p_r \geq 1.5 p^*$ ($p^* > 3 \text{ kgf/cm}^2$) Prova di flessione trasversale (fessurazione e rottura): fessurazione $N_{f65} \text{ Dkgf/m}$, rottura $N_r \geq 97.5 D \text{ kgf/m}$ (D diametro interno, cm)		$p_h/p_r \leq 0.67$ ($p = 1 + 4 \text{ kgf/cm}^2$) $p_h/p_r \leq 0.75$ $p > 4 \text{ kgf/cm}^2$
Cemento precompresso (senza lamierino)	Prova per pressione interna, fessurazione $p_f \geq 1.25 p^*$ (p.. pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite)		$p_h/p_d \leq 0.80$
PVC rigido non plastificato	Prova pressione interna T = 20°C, t = 1 ^h T = 60°C, t = 1 ^h T = 60°C, t = 1000 ^h	UNI 7447/75 par. 9 UNI 7441/75 par. 10	
Polietilene ad alta densità (AD)	Prova per pressione interna T = 20°C, t = 1 ^h T = 80°C, t = 170 ^h	UNI 7613 par. 9	
Amianto-cemento	Prova di flessione trasversale (rottura)	UNI 5341/76 par. 4.2 UNI A5341/76 par. 4.2	
Gres	Prova di flessione trasversale: rottura A) $N_r \geq 3500 \text{ } 2500 \text{ } 2000$ D $10 \div 35 \text{ } 40 \text{ } 50 \div 80$ B) $N_r \geq 4000$ D $60 \div 80$ (A, B due serie costruite, N_r carico minimo rottura kgf/m; D diametro interno cm)		

43.19.2 prove delle condotte in acciaio

La prova idraulica della condotta, da realizzarsi nel presente progetto, dovrà essere effettuata secondo le modalità previste nel D.M. 12.12.1985.

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'impresa e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione).

Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Impresa.

L'Amministrazione potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione.

L'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte dell'amministrazione; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Il collaudo della condotta, avverrà per tronchi di lunghezza pari a 500 m, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. E' previsto, inoltre, un collaudo finale, una volta terminata la posa dell'intera condotta.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due:

- a) prova a giunti scoperti e condotta seminterrata
- b) prova a cavo chiuso per metà altezza.

Le tubazioni dei singoli tronchi saranno sottoposte, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione pari a **1.5 volte** la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato (pressione di collaudo minima 45 bar) e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar.

La prima prova avrà la durata di 24 ore, la seconda di 12 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.

Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.

I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione dei Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, potrà eseguire la visita accurata di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza e calcolandole con la massima cura fino a costituire un ricoprimento di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà col vaglio la parte più fina (dimensione massima cm 3) per costituire con essa un primo strato almeno di cm 30 di copertura sulla parte di rinterro in sabbia prevista in progetto.

Qualora la prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.

Per ogni tratto di condotta posata, e comunque per lunghezza non superiore a metri 500, debbono essere posti nell'interno della condotta opportuna quantità di disinfettante (ipoclorito).

Durante le prove di pressione della tubazione il disinfettante si scioglierà nell'acqua disinfettando all'interno la condotta. L'acqua medica sarà scaricata durante i lavaggi.

Potranno essere prescritti, in sostituzione di quelli suindicati, altri sistemi di disinfezione con cloruro di calce o permanganato di potassio o altri ossidanti.

L'immissione dell'ipoclorito o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove di pressione delle condutture. Nessun compenso spetta all'assuntore per queste operazioni di disinfezione aggiuntive oltre alla prima, in quanto dovute a imperfezioni della tenuta idraulica della condotta.

43.19.3 Fognature

A richiesta della Direzione dei Lavori, prima del reinterro dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità delle tubazioni secondo le modalità di seguito indicate.

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di canalizzazione, questo sarà normalmente sottoposto ad un carico idraulico di 0,5 atmosfere (5 m di colonna d'acqua).

Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare i due tubi estremi del tratto da esaminare.

La tubazione verrà quindi riempita d'acqua avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, per il che, se necessario, si dovranno adottare idonei congegni di sicurezza, lasciando in ogni caso libere le giunzioni, in modo da poter individuare con facilità eventuali punti permeabili.

La tubazione sarà quindi sottoposta per 15 minuti alla pressione di prova, che potrà indifferentemente essere controllata con un manometro o un piezometro.

Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costantemente il valore iniziale; se tuttavia si notano punti permeabili, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dell'intero tubo che perde, e successivamente ripetuta durante altri 15 minuti.

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione, i tubi dovranno essere saturi di acqua.

A tale scopo, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova.

Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti, a 0,5 atm. e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità d'acqua aggiunta.

I quantitativi massimi di acqua che possono essere perduti dai vari tipi di canalizzazioni sono riassunti nella tabella successiva, avvertito che se durante la prova si notano punti permeabili, essa deve essere interrotta e sistemati i punti che creano inconvenienti.

PROVE DI IMPERMEABILITA' DELLE CANALIZZAZIONI			
Canalizzazioni in conglomerato cementizio semplice		Canalizzazioni in conglomerato cementizio armato	
Sezione	aggiunta di acqua l/mq di superficie bagnata	Sezione	aggiunta di acqua l/mq di superficie utile
circolare Ø		circolare Ø	
10 - 25 cm	0.40	10 - 25 cm	0.20
30 - 60 cm	0.30	30 - 60 cm	0.15
70 - 100 cm	0.25	70 - 100 cm	0.13
oltre 100 cm	0.20	oltre 100 cm	0.10
ovoidale		ovoidale	
30 x 45 cm		30 x 45 cm	
50 x 75 cm		50 x 75 cm	
60 x 90 cm		60 x 90 cm	
80 x 120 cm		80 x 120 cm	
90 x 135 cm		90 x 135 cm	
120 x 180 cm		120 x 180 cm	

Nel caso di gres la tubazione viene considerata impermeabile all'acqua e quindi accettabile se i rabbocchi d'acqua durante la prova di durata 15 minuti non superano il valore di 0.07 l/m² di superficie interna.

43.20 Collaudi e prove delle opere, attrezzature ed impianti elettromeccanici

43.20.1 Generalità

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per le prove che la Direzione Lavori e/o il Collaudatore ritenesse di far eseguire per i seguenti collaudi:

- collaudo di fabbrica
- collaudo in corso d'opera
- collaudo provvisorio
- collaudo definitivo

compresa la fornitura degli strumenti, del personale, delle attrezzature e lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature e delle parti d'impianto installato per effettuare prove e verifiche.

L'Impresa dovrà impegnarsi a mettere a disposizione della Direzione Lavori tutta la strumentazione necessaria per i collaudi e non potrà pretendere alcun riconoscimento degli oneri sostenuti.

Dovrà comunque essere possibile eseguire qualsiasi prova che la Direzione Lavori ritenga utile al fine di accertare il buon funzionamento e le caratteristiche generali dei prodotti in conformità alle prescrizioni e norme stabilite in contratto.

43.20.2 Collaudo di fabbrica

Verranno eseguite dal fornitore e/o dall'Impresa appaltatrice tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a verificare la rispondenza della fornitura alle caratteristiche richieste nel presente elaborato e nei disegni di progetto (o garantite qualora si tratti di caratteristiche migliori rispetto a quanto richiesto) per apparecchiature e loro assiemi facenti parte dell'opera in oggetto.

43.20.3 Collaudo in corso d'opera

Saranno eseguite in corso d'opera tutte le prove e verifiche riguardanti la fornitura di materiali e la loro posa in opera che la Direzione Lavori riterrà di richiedere.

In ogni caso si dovranno eseguire le seguenti verifiche:

a) per impianti idrici:

- prova idraulica da effettuare su tubazioni con pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio; (si ritiene positivo l'esito della prova quando per dodici ore non siano state scoperte fughe e deformazioni permanenti e non si siano verificate diminuzioni del valore della pressione);
- verifica dell'integrità dei rivestimenti protettivi;
- controllo delle giunzioni con eventuale verifica radiografica o ad ultrasuoni: tale prova sarà effettuata per campionatura scelta dalla Direzione Lavori;

b) per impianti elettrici:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;

- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni;
- il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori.

43.20.4 Collaudo provvisorio

Dovrà accertare, mediante ricognizione sugli impianti e mediante prove di funzionamento, che le apparecchiature non presentino difetti manifesti e che l'impianto stesso sia in perfette condizioni di funzionamento e sia in grado di garantire tutte le funzioni previste ed in particolare:

- che il sistema, per quantità, qualità e costruzione sia rispondente al progetto;
- che sia stato osservato quanto specificato nel presente elaborato e nelle tavole grafiche;
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni presentati;
- il perfetto funzionamento degli impianti, nell'insieme e nelle singole parti.

Dovranno inoltre essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

a) per gli impianti idrici:

- una prova di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi freddi verificando che in tutti gli apparecchi di utilizzazione i fluidi arrivino in modo corretto e che le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe e deformazioni permanenti, che la cassa d'espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua;
- una prova del corretto funzionamento elettrico e meccanico dei macchinari;
- verifica della rispondenza del sistema alle caratteristiche di progetto (potenzialità, portata, pressione, ecc.);
- verifica del funzionamento dei sistemi di regolazione e comando;
- una prova del corretto deflusso delle acque di scarico e della corretta tenuta delle connessioni;

b) per impianti elettrici:

- verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi;
- prova della inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni, secondo norme CEI;
- prova di sfilabilità dei conduttori entro i tubi;
- verifica di tutte le raccorderie e cassette montate che non dovranno risultare danneggiate o mancanti di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;
- verifica della dislocazione delle armature illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere, nonché di tutti i collegamenti, compresi quelli di messa a terra;
- verifica della buona esecuzione dei giunti, delle derivazioni e dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;
- controllo dell'isolamento elettrico dei quadri, cavi di alimentazione, circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;
- misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto ed in particolare, verifica delle sezioni dei conduttori di terra;
- prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a stabilire che non provochino scariche tra le parti in tensione e fra queste e la massa;
- verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri in bassa tensione di distribuzione e manovra;
- verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione e verifica delle regolazioni dei relè, degli interruttori e dei contattori;
- verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;
- verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;

- verifica delle cadute massime di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione con controllo delle sezioni sottoponendo per quanto possibile l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;
- verifica del valore di rifasamento degli impianti;
- verifica delle resistenze di isolamento delle linee;
- verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle norme CEI e norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I collaudi provvisori consentiranno, nel caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti.

Ad ultimazione dei collaudi si potrà procedere alla consegna degli impianti con regolare verbale firmato dalle parti.

43.20.5 Collaudo definitivo

Dovrà accertare la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme tecniche applicabili ed a tutto quanto espresso nel progetto.

Ciò sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti costruttive che della loro installazione eseguita a regola d'arte.

Nei collaudi definitivi si eseguiranno, oltre a tutte le misurazioni e prove già effettuate nel collaudo provvisorio, le verifiche necessarie ad accertare l'avvenuta eliminazione di tutti gli eventuali inconvenienti riscontrati nei collaudi precedenti o durante l'esercizio, nonché la rispondenza degli impianti a quelle prestazioni garantite ma non rilevabili in sede di collaudo provvisorio.

Dovranno comunque essere eseguite tra l'altro tutte le misurazioni e verifiche occorrenti per accertare:

- che gli impianti, nelle condizioni di funzionamento richieste, siano in grado di assicurare le prestazioni di progetto;
- che nella esecuzione siano state scrupolosamente osservate le norme tecniche generali e particolari di contratto, con speciale riguardo alla Legge n. 10 del 9/1/91 sul contenimento dei consumi energetici ed alle norme antinfortunistiche vigenti.

43.21 Fornitura e posa di chiusini per pozzetti

Per la copertura dei pozzetti, verranno adottati chiusini in ghisa sferoidale o altri materiali, secondo le indicazioni di progetto.

I telai dei chiusini saranno in forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata, con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio da diametro di 600 mm.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante. Prima della posa in opera la superficie del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta di 0,5 q/l di cemento tipo 425 per mc d'impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio armato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immessi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti, sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anello di appoggio. I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 48 ore dalla posa.

A giudizio della Direzione Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

43.22 Ripristino di scavi eseguiti in terreni coltivati e non

Conformemente alle prescrizioni del precedente art. (rinterri e copertura delle tubazioni) verrà effettuato il ripristino e costipamento del terreno sopra le condotte, fino a 30 cm sotto il piano definitivo della massicciata.

Nel caso di scavo eseguito in campagna in terreni coltivati i reinterri dovranno essere effettuati in modo da ricostruire, a lavori ultimati, lo stato del terreno coltivato preesistente.

L'appaltatore dovrà avere cura di sistemare in superficie per uno spessore all'incirca uguale a quello dello strato coltivato il materiale migliore, tenuto separato dalla restante terra inerte fin dall'inizio delle operazioni di scavo.

Si dovrà avere molta cura di portare il rinterro ad un livello superiore alla quota primitiva del terreno in modo che, ad assestamento avvenuto, la quota definitiva non sia inferiore a quella preesistente. In difetto di osservanza di queste prescrizioni, le diminuzioni pervenute di valore dei beni rustici ed i danni ai futuri frutti verranno addossati all'Impresa inadempiente.

43.23 Manufatti in acciaio

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove fissate dal D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni e dalle normative UNI vigenti per l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

L'Appaltatore dovrà informare l'Appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'Appaltante stesso possa disporre di preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

E' riservata all'Appaltatore la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltante in tempo utile. Le suddette visite, verifiche e prove, sono a carico dell'Appaltatore.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate l'Appaltante potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro.

I pezzi provvisoriamente accettati dovranno essere contrassegnati e subito verniciati con la prima mano di pittura antiruggine o protettiva a seconda dei casi, previe le prescritte preparazioni.

I pezzi rifiutati dovranno pure essere contrassegnati con diverso marchio ben visibile ed essere conservati così da poterli presentare ad ogni richiesta dell'Appaltante, salvo che l'Appaltatore preferisca spezzarli immediatamente alla presenza degli incaricati delle verifiche.

L'appaltatore non potrà impugnare in alcun modo i risultati delle suddette constatazioni, nè, in caso di rifiuto di una parte della fornitura, potrà invocare l'accettazione di altre parti della fornitura stessa, in seguito a precedenti verifiche.

Qualora la pesatura non sia stata effettuata in officina dovrà essere eseguita in cantiere, in contraddittorio fra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, prima di iniziare il collocamento in opera.

Delle verifiche e delle pesature, sia eseguite in officina che in cantiere, dovranno essere redatti verbali in contraddittorio fra gli incaricati dell'Appaltante e dell'Appaltatore.

Qualora non diversamente disposto, i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con diametro di almeno 4 mm inferiore a quello definitivo, ed allargati poi mediante trapano o alesatoio.

Le saldature, chiodature e bullonature dovranno essere accuratamente ripulite e spianate se in vista; così ogni unione dovrà essere perfettamente lavorata e rifinita, specie nelle opere come ringhiere, cancelli, cancellate, inferriate, infissi, ecc. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia; i tagli in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedano, con la mola.

Non dovranno mai essere ribaditi insieme definitivamente due pezzi di una struttura di acciaio senza aver prima accuratamente ripulite e spalmate abbondantemente le superfici combacianti con antiruggine al minio di piombo. La prima mano di verniciatura dovrà essere data sulla superficie esterna solamente dopo l'accettazione provvisoria e previe le previste preparazioni e l'applicazione di pitture antiruggine o protettive, secondo i casi.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripulire con cura i pezzi da riunire, in special modo sulle superfici che devono combaciare, ricorrendo, se del caso, a diligenti raschiature e ripristinando altresì, ove occorra, le pitture antiruggine e protettive, nonché quelle mani di verniciatura che risultassero già applicate.

In tutte quelle parti di strutture metalliche in cui possano raccogliersi le acque, dovranno essere sempre praticati opportuni fori ed intagli, senza pregiudizio però della stabilità del manufatto per il necessario scolo delle acque.

Detti fori dovranno essere diligentemente ripuliti e verniciati. Qualora sia possibile far defluire l'acqua dalle predette parti della struttura, i vani tra gli elementi dovranno essere riempiti con opportuno sigillante.

L'Appaltante rifiuterà quei pezzi e quelle parti di struttura che presentassero difetti di fabbricazione, di lavorazione e di montaggio, o che non fossero conformi ai disegni ed agli ordini impartiti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in sito le misure esatte delle diverse opere, il tipo ed il numero di ciascuna di esse, segnalando per iscritto al Direttore dei Lavori ogni divergenza od ostacolo di esecuzione.

Resteranno a carico dell'Appaltatore, in ogni caso, tutte le spese di qualsiasi genere si rendessero necessarie per eliminare gli inconvenienti che derivassero dall'omissione e dall'insufficienza di tali controlli, restando questi obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Prima di iniziare il montaggio in opera delle strutture metalliche l'Appaltatore dovrà accuratamente verificare, ed in tempo opportuno, che le murature corrispondano altimetricamente e planimetricamente alle strutture metalliche che sono destinate a sopportare, e ciò anche quando i lavori in metallo siano appaltati in forma scorporata.

Nel caso in cui l'Appaltatore riscontrasse difetti nelle murature dovrà subito informare per iscritto il Direttore dei Lavori; ove egli non lo facesse prima di iniziare il montaggio delle opere metalliche, resteranno a suo carico, ed in ogni caso, tutte le spese e il risarcimento dei danni.

L'appaltatore dovrà far tracciare ed eseguire direttamente, sotto la sua responsabilità, gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici.

Tanto durante la giacenza in cantiere degli infissi, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, l'Appaltatore dovrà avere cura che i manufatti non abbiano a subire guasti e lordeure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.

Nel collocamento in opera le grappe dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili, mentre dovranno essere fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo se cadenti entro pietre, marmi e simili.

Nella posa in opera dei manufatti sono anche compresi tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere; la successiva ripresa, l'avvicinamento a piè d'opera, il sollevamento ed i trasporti fino al sito di collocamento; qualsiasi opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente; ogni materiale di consumo; l'impiego di ogni mano d'opera specializzata, qualificata e comune; le spicconature di intonaco, gli scalpellamenti ed i tagli di murature e nei conglomerati; i tagli, i fori, le impiombature, le impernature, le sigillature, le incamerazioni ed in genere l'esecuzione di ogni altra lavorazione nelle pietre e nei marmi; le murature di grappe, modelli, zanche, bandelle, bilici, tasselli, ecc.; tutte le ferramenta accessorie a muro quali nottoli, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, perni, tubetti, avvolgicinghia, ecc.; la rincoccatura, le stuccature, la ripresa delle murature, dei conglomerati cementizi, degli intonachi e dei rivestimenti, nonché quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita.

I manufatti metallici collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e, se mobili, dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento nel chiudersi e nell'aprirsi: in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.

Ogni guasto arrecato ai manufatti nel loro collocamento in opera, ed i danni che venissero apportati alle eventuali verniciature, dovranno essere riparati a spese dell'appaltatore.

Le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle e quanto altro da porre in opera a sostegno dei manufatti metallici esterni dovrà essere murato in modo da presentare una lieve pendenza verso l'esterno, così da non consentire all'acqua di colare verso le pareti su cui le grappe, i modelli, ecc. sono fissati.

E' vietato l'impiego del gesso nella muratura dei manufatti di acciaio. Le incamerazioni ed i fori destinati a ricevere il piombo, il cemento od altri materiali, equivalenti, dovranno essere realizzati nelle loro precise dimensioni sia in superficie che in profondità e secondo le prescrizioni. Le incamerazioni ed i fori dovranno essere più larghi sul fondo che alla bocca e, prima di eseguire la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti ed asciugati.

Occorrendo, i pezzi da sigillare dovranno essere regolarizzati; quando la sigillatura debba essere fatta con il piombo i pezzi da sigillare dovranno essere uniti col grasso.

Tutte le opere metalliche, qualora non diversamente prescritto, dovranno essere protette e verniciate; per la verniciatura dei manufatti siderurgici, zincati o meno, saranno impiegati smalti o pitture oleosintetiche, epossidiche e epossibituminose, come richiesto.

Nelle località di mare, e comunque nelle località con atmosfera aggressiva, tutti i manufatti di acciaio collocati all'esterno dovranno essere preventivamente zincati e quindi verniciati impiegando smalti o pitture, come richiesto.

L'esito anche favorevole delle prove e l'accettazione provvisoria, da parte del Direttore dei Lavori, sia dei materiali che dei manufatti, ancorchè posti in opera e verniciati, non esonera l'Appaltatore dalle sue

responsabilità circa la perfetta riuscita e conservazione delle opere, nè dall'obbligo di sostituire o riparare tutti quei materiali e parti di manufatti che non corrispondessero alle caratteristiche e prove richieste, o quelle che manifestassero difetti, guasti, degradamenti di qualsiasi genere e vizi sfuggiti agli esami preliminari, o che non siano conformi alle norme del presente Capitolato ed agli ordini impartiti.

Ciò, come già specificato, anche dopo il montaggio e la verniciatura e fino alla approvazione del collaudo da parte dell'Appaltante, oltre ogni onere dipendente dalle sostituzioni o riparazioni, anche tutti quelli per la rimessa in pristino stato di quanto dovuto rimuovere o manomettere, nonchè il risarcimento degli eventuali danni. Per quanto riguarda la protezione contro il fuoco, nella progettazione e nell'esecuzione di costruzioni in acciaio dovranno essere osservate le prescrizioni della circolare n. 91 del 14 settembre 1961 del Ministero dell'interno, Direzione Generale Servizi Antincendio, "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura di acciaio destinati ad uso civile", nonchè le prescrizioni di cui alla "Normativa tecnica sulla sicurezza contro il fuoco dei fabbricati con struttura in acciaio" pubblicata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche sul Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) n. 37 del 25 luglio 1973 e successive aggiunte e modifiche.

Dovrà inoltre essere osservato quanto disposto dagli artt. 38 e 39 del D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547 che riguardano le protezioni dalle scariche atmosferiche, con il rispetto dei DD.MM. 12 settembre 1959 e 22 febbraio 1965.

La calcolazione strutturale, relativa direzione di cantiere esecutivo e collaudazione ai fini di ogni responsabilità civile e penale ai sensi della legge 5 novembre 1971 n. 1086 art. 2 sarà a carico dell'Impresa esecutrice ma dovrà essere preventivamente accettata dalla Direzione Lavori che potrà imporre tutte le modifiche atte a rendere più consona alle funzioni progettuali le opere realizzate.

Gli oneri economici relativi saranno totalmente a carico dell'Impresa in quanto già compresi nei singoli prezzi unitari.

43.24 Acciaio per strutture metalliche

Generalità

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **Direttiva 89/106/CEE**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1**.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$
coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
(per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- certificazioni e qualificazione del materiale secondo le norme vigenti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Per i prodotti non qualificati la Direzione Lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia alla Direzione Lavori.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Acciaio laminato

Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella seguente:

Tabella - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi

ACCIAIO	NORMA EUROPEA	TABELLE DI RIFERIMENTO
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A.2, A.3 A grano fine: B1, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

Montaggio e varo di strutture in carpenteria metallica

L'assemblaggio primario delle opere in carpenteria metallica zincata a caldo avverrà esclusivamente in officina.

Dopo che ogni elemento sia stato sottoposto a trattamento di zincatura a bagno caldo, non sarà più ammessa alcuna operazione di saldatura per ottenere il montaggio della struttura.

Il varo ed il montaggio in opera di tutte le parti strutturali costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformati, sovrassollecitate o venga danneggiata la protezione superficiale mediante zincatura.

L'Appaltatore è tenuto ad attrezzare il cantiere con ogni mezzo d'opera necessario per la posa sulla propria sede delle strutture metalliche: rimane a totale carico dell'Appaltatore il nolo di autogrù, argani, paranchi, martinetti idraulici ed ogni sistema di movimentazione necessaria per eseguire il montaggio finale.

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

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

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni ritenuto adeguato dalla Direzione Lavori stessa.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio e sollevamento, l'Appaltatore è tenuto a rispettare, oltre alle norme di carattere nazionale in merito alle apparecchiature di sollevamento (ganci, funi, capicorda ecc.) le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086/71.

Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

Acciaio per strutture saldate

Composizione chimica degli acciai

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

Bulloni e Chiodi per montaggi di carpenterie

Bulloni

I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592**, devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella precedente, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella seguente.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

Acciai inossidabili per carpenterie

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile AISI 304 o superiore per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

Procedure di controllo su acciai da carpenteria

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a profili a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

Controlli su elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Le caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che

quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.

La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Controlli in stabilimento

Suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica, sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare. La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

Verifica periodica della qualità

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradDETTO.

Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

Controlli in officina di trasformazione

Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Controlli in centro di prelavorazione di componenti strutturali

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono

successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

Controlli in cantiere

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Prelievo e domanda di prova al laboratorio

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Certificati di prova

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;

- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Controlli su bulloni e chiodi da carpenteria

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nelle successive tabelle, e **UNI EN 20898/2**.

Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova (vedere prospetto V)

Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d \leq 4 \text{ mm}$ o con lunghezza nominale $l < 2,5d$ ¹⁾	Viti con diametro di filettatura $d > 4 \text{ mm}$ e con lunghezza nominale $l \geq 2,5d$
Prova decisiva per l'accettazione	○	●
1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.		

Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione
(Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A				Programma di prova B			
			Metodo di prova		Classi di resistenza		Metodo di prova		Classi di resistenza	
					3.6, 4.6, 5.6	8.8, 9.8, 10.9, 12.9			3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9
I	5.1 e 5.2	Carico di rottura minimo, R_m	8.1	Prova di trazione	•	•	8.2	Prova di trazione ¹⁾	•	•
	5.3	Durezza minima ²⁾	8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○	8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○
	5.4 e 5.5	Durezza massima			• ○	• ○			• ○	• ○
	5.6	Durezza massima superficiale				• ○				• ○
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, R_{eL}	8.1	Prova di trazione su provetta	•					
	5.8	Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0.2}$	8.1	Prova di trazione		•				
	5.9	Carico unitario di prova, S_p					8.4	Prova di carico	•	•
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, A_{min}	8.1	Prova di trazione	•	•				
	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo ⁴⁾					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo ¹⁾	•	•
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza ⁵⁾	• ⁶⁾	•	8.6			
	5.13	Tenacità della testa ⁷⁾					8.7	Prova di tenacità della testa ⁷⁾	○	○
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prova di decarburazione		• ○	8.8	Prova di decarburazione		• ○
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su viti.

2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2,5 d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).

3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.

4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.

5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 16$ mm, e solo su richiesta del committente.

6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.

7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dal Direttore Tecnico di Cantiere e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Norme di riferimento

Esecuzione

- **UNI 552:1986** - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
- **UNI 3158:1977** - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove
- **UNI ENV 1090-1:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici
- **UNI ENV 1090-2:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo
- **UNI ENV 1090-3:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
- **UNI ENV 1090-4:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
- **UNI ENV 1090-6:2003** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile
- **UNI EN ISO 377:1999** - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
- **UNI EN 10002-1:1992** - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
- **UNI EN 10045-1:1992** - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

Elementi di collegamento

- **UNI EN ISO 898-1:2001** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
- **UNI EN 20898-2:1994** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
- **UNI EN 20898-7:1996** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
- **UNI 5592:1968** - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
- **UNI EN Iso 4016:2002** - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

Profilati cavi

- **UNI EN 10210-1:1996** - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
- **UNI EN 10210-2:1999** - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- **UNI EN 10219-1:1999** - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
- **UNI EN 10219-2:1999** - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Prodotti laminati a caldo

- **UNI EN 10025-1:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- **UNI EN 10025-2:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

- **UNI EN 10025-3:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
- **UNI EN 10025-4:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
- **UNI EN 10025-5:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- **UNI EN 10025-6:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

Saldature

Raccomandazioni e procedure

- **UNI EN 288-3:1993** - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai
- **UNI EN ISO 4063:2001** - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
- **UNI EN 1011-1:2003** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco
- **UNI EN 1011-2:2003** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici
- **UNI EN 1011-3:2005** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili
- **UNI EN 1011-4:2005** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio
- **UNI EN 1011-5:2004** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

Preparazione dei giunti

- **UNI EN 29692:1996** - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

Qualificazione dei saldatori

- **UNI EN 287-1:2004** - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai
- **UNI EN 1418:1999** - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

Controlli non distruttivi

- **UNI EN 1713:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature
- **UNI EN 1714:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati

- **UNI EN 1289:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità
- **UNI EN 1290:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
- **UNI EN 12062:2004** - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici
- **UNI EN 473:2001** - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

43.25 Elementi strutturali in acciaio

Prescrizioni generali

I materiali metallici da impiegare quali elementi strutturali in edilizia dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove fissate dal D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni e dalle normative UNI vigenti per l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

L'Appaltatore dovrà informare la Direzione Lavori dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, quest'ultima possa disporre di preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

E' riservata all'Appaltatore la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati alla Direzione Lavori in tempo utile. Le suddette visite, verifiche e prove, sono a carico dell'Appaltatore.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate il Committente potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro.

I pezzi provvisoriamente accettati dovranno essere contrassegnati e subito verniciati con la prima mano di pittura antiruggine o protettiva a seconda dei casi, previe le prescritte preparazioni.

I pezzi rifiutati dovranno pure essere contrassegnati con diverso marchio ben visibile ed essere conservati così da poterli presentare ad ogni richiesta del Committente, salvo che l'Appaltatore preferisca spezzarli immediatamente alla presenza degli incaricati delle verifiche.

L'Appaltatore non potrà impugnare in alcun modo i risultati delle suddette constatazioni, nè, in caso di rifiuto di una parte della fornitura, potrà invocare l'accettazione di altre parti della fornitura stessa, in seguito a precedenti verifiche.

Qualora la pesatura non sia stata effettuata in officina dovrà essere eseguita in cantiere, in contraddittorio fra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, prima di iniziare il collocamento in opera.

Delle verifiche e delle pesature, sia eseguite in officina che in cantiere, dovranno essere redatti verbali in contraddittorio fra gli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Qualora non diversamente disposto, i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con diametro di almeno 4 mm inferiore a quello definitivo, ed allargati poi mediante trapano o alesatoio.

Le saldature, chiodature e bullonature dovranno essere accuratamente ripulite e spianate se in vista; così ogni unione dovrà essere perfettamente lavorata e rifinita, specie nelle opere come ringhiere, cancelli, cancellate, inferriate, infissi, ecc. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia; i tagli in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedano, con la mola.

Non dovranno mai essere ribaditi insieme definitivamente due pezzi di una struttura di acciaio senza aver prima accuratamente ripulite e spalmate abbondantemente le superfici combacianti con antiruggine al minio di piombo. La prima mano di verniciatura dovrà essere data sulla superficie esterna solamente dopo l'accettazione provvisoria e previe le previste preparazioni e l'applicazione di pitture antiruggine o protettive, secondo i casi.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripulire con cura i pezzi da riunire, in special modo sulle superfici che devono combaciare, ricorrendo, se del caso, a diligenti raschiature e ripristinando altresì, ove occorra, le pitture antiruggine e protettive, nonchè quelle mani di verniciatura che risultassero già applicate.

In tutte quelle parti di strutture metalliche in cui possano raccogliersi le acque, dovranno essere sempre praticati opportuni fori ed intagli, senza pregiudizio però della stabilità del manufatto per il necessario scolo delle acque.

Detti fori dovranno essere diligentemente ripuliti e verniciati. Qualora sia possibile far defluire l'acqua dalle predette parti della struttura, i vani tra gli elementi dovranno essere riempiti con opportuno sigillante.

L'Appaltante rifiuterà quei pezzi e quelle parti di struttura che presentassero difetti di fabbricazione, di lavorazione e di montaggio, o che non fossero conformi ai disegni ed agli ordini impartiti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in sito le misure esatte delle diverse opere, il tipo ed il numero di ciascuna di esse, segnalando per iscritto al Direttore dei Lavori ogni divergenza od ostacolo di esecuzione.

Resteranno a carico dell'Appaltatore, in ogni caso, tutte le spese di qualsiasi genere si rendessero necessarie per eliminare gli inconvenienti che derivassero dall'omissione e dall'insufficienza di tali controlli, restando questi obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Prima di iniziare il montaggio in opera delle strutture metalliche l'Appaltatore dovrà accuratamente verificare, ed in tempo opportuno, che le murature corrispondano altimetricamente e planimetricamente alle strutture metalliche che sono destinate a sopportare, e ciò anche quando i lavori in metallo siano appaltati in forma scorporata.

Nel caso in cui l'Appaltatore riscontrasse difetti nelle murature dovrà subito informare per iscritto il Direttore dei Lavori; ove egli non lo facesse prima di iniziare il montaggio delle opere metalliche, resteranno a suo carico, ed in ogni caso, tutte le spese e il risarcimento dei danni.

L'Appaltatore dovrà far tracciare ed eseguire direttamente, sotto la sua responsabilità, gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici.

Tanto durante la giacenza in cantiere degli infissi, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, l'Appaltatore dovrà avere cura che i manufatti non abbiano a subire guasti e lordure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.

Nel collocamento in opera le grappe dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili, mentre dovranno essere fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo se cadenti entro pietre, marmi e simili. Nella posa in opera dei manufatti sono anche compresi tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere; la successiva ripresa, l'avvicinamento a piè d'opera, il sollevamento ed i trasporti fino al sito di collocamento; qualsiasi opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente; ogni materiale di consumo; l'impiego di ogni mano d'opera specializzata, qualificata e comune; le spicconature di intonaco, gli scalpellamenti ed i tagli di murature e nei conglomerati; i tagli, i fori, le impiombature, le impernature, le sigillature, le incamerazioni ed in genere l'esecuzione di ogni altra lavorazione nelle pietre e nei marmi; le murature di grappe, modelli, zanche, bandelle, bilici, tasselli, ecc.; tutte le ferramenta accessorie a muro quali nottoli, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, perni, tubetti, avvolgicinghia, ecc.; la rincoccatura, le stuccature, la ripresa delle murature, dei conglomerati cementizi, degli intonachi e dei rivestimenti, nonché quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita.

I manufatti metallici collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e, se mobili, dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento nel chiudersi e nell'aprirsi: in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.

Ogni guasto arrecato ai manufatti nel loro collocamento in opera, ed i danni che venissero apportati alle eventuali verniciature, dovranno essere riparati a spese dell'Appaltatore.

Le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle e quanto altro da porre in opera a sostegno dei manufatti metallici esterni dovrà essere murato in modo da presentare una lieve pendenza verso l'esterno, così da non consentire all'acqua di colare verso le pareti su cui le grappe, i modelli, ecc. sono fissati.

E' vietato l'impiego del gesso nella muratura dei manufatti di acciaio. Le incamerazioni ed i fori, destinati a ricevere il piombo, il cemento o le resine per il fissaggio, dovranno essere realizzati nelle loro precise dimensioni sia in superficie che in profondità e secondo le prescrizioni. Le incamerazioni ed i fori dovranno essere più larghi sul fondo che alla bocca e, prima di eseguire la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti ed asciugati.

Occorrendo, i pezzi da sigillare dovranno essere regolarizzati; quando la sigillatura debba essere fatta con il piombo i pezzi da sigillare dovranno essere uniti col grasso.

Tutte le opere metalliche, qualora non diversamente prescritto, dovranno essere protette e verniciate; per la verniciatura dei manufatti siderurgici, zincati o meno, saranno impiegati smalti o pitture oleosintetiche, epossidiche e epossibituminose, come specificatamente richiesto sui disegni di progetto.

L'esito anche favorevole delle prove e l'accettazione provvisoria, da parte del Direttore dei Lavori, sia dei materiali che dei manufatti, ancorchè posti in opera e verniciati, non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita e conservazione delle opere, nè dall'obbligo di sostituire o riparare tutti quei materiali e parti di manufatti che non corrispondessero alle caratteristiche e prove richieste, o quelle che manifestassero difetti, guasti, degradamenti di qualsiasi genere e vizi sfuggiti agli esami preliminari, o che non siano conformi alle norme del presente Capitolato ed agli ordini impartiti.

Per quanto riguarda la protezione contro il fuoco, nella progettazione e nell'esecuzione di costruzioni in acciaio dovranno essere osservate le prescrizioni della circolare n. 91 del 14 settembre 1961 del Ministero dell'interno, Direzione Generale Servizi Antincendio, "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura di acciaio destinati ad uso civile", nonchè le prescrizioni di cui alla "Normativa tecnica sulla sicurezza contro il fuoco dei fabbricati con struttura in acciaio" pubblicata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche sul Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) n. 37 del 25 luglio 1973 e successive aggiunte e modifiche. Dovrà inoltre essere osservato quanto disposto dagli artt. 38 e 39 del D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547 che riguardano le protezioni dalle scariche atmosferiche, con il rispetto dei DD.MM. 12 settembre 1959 e 22 febbraio 1965.

La calcolazione strutturale, relativa direzione di cantiere esecutivo e collaudazione ai fini di ogni responsabilità civile e penale ai sensi della legge 5 novembre 1971 n. 1086 art. 2 sarà a carico dell'Appaltatore ma dovrà essere preventivamente accettata dalla Direzione Lavori che potrà imporre tutte le modifiche atte a rendere più consona alle funzioni progettuali le opere realizzate.

Gli oneri economici relativi saranno totalmente a carico dell'Appaltatore in quanto già compresi nei singoli prezzi unitari.

Composizione degli elementi strutturali

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprigiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) siano verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile gradualì, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti debbono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

Unioni a taglio con bulloni normali

Bulloni

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

Tolleranze foro - bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini.

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm. e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

Pulizia delle superfici

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ debbono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

Bulloni

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la **UNI EN 20898**.

Interasse dei bulloni e distanze dai margini

Valgono le limitazioni di cui al punto 62.2.2.

Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo **EN 287-1** da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo **EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo **EN2883**.

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo **EN 473** almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica.

Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto.

L'entità ed il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 ed i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

Piastre od apparecchi di appoggio

Basi di colonne

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione.

Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciante che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

Appoggi di gomma

Per gli appoggi di gomma si applicheranno le istruzioni di cui alla norma **CNR 10018/87** (Bollettino Ufficiale C.N.R. - XXVI - n. 161 - 1992).

Appoggio delle piastre di base

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

Travi a parete piena e reticolari

Travi chiodate

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

Travi saldate

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della

sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

Nervature dell'anima

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai $\frac{3}{4}$ dell'altezza dell'anima.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui.

Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

Travi reticolari

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là ove ne è necessario il contributo.

43.26 Protezione superficiale

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

Verniciatura

Ove previsto in progetto, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati; non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato; tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione; per entrambi i cicli (quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne), l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- a) in officina, a lavorazione ultimata:
 - sabbiatura di tutte le superfici;
 - applicazione dello strato di primer;
- b) in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
 - spazzolatura dei punti da ritoccare;
 - ritocchi sullo strato di primer;
 - applicazione dello strato intermedio;
 - applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto; l'Appaltatore, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Appaltatore, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni; la decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Appaltatore è tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

Sabbature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- a Sabbiatura di grado A Sa 2½;
- b Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
 - contenuto solido > 76%;
 - zinco metallico nel film secco > 86%;
 - legante silicato di etile;
 - peso specifico della miscela > 2500 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 260 K;
 - Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- c spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
- d applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:
 - contenuto solido > 80%;
 - zinco metallico nel film secco > 80%;
 - legante epossipoliamidico;
 - peso specifico della miscela > 2500 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 283 K;
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 h
289 K	6 h

e applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliammminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 59%
- legante epossipoliammminico modificato;
- peso specifico della miscela > 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
-------------	-----------------------------------

283 K	24 h
289 K	12 h

f applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-bsi richiamano integralmente le norme precedenti.

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

e applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: > 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: > 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: > 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: > g/l 1500;
- temperatura minima di applicazione: 283 K

TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/d	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione		airless		pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,080	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		>2500		>2500	>1250	>1200
contenuto solido		>76%		>80%	>59%	>57%

zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		epossipolia mmidico	eossipolia mminico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	Sabbatura A SA 2½	260 K	Spazzolatura C St 3	283 K	283 K	277 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/d	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,075	0,150
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1350	≥1500
contenuto solido		>76%		>80%	>50%	>75%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		eossipolia mmidico	eossipolia mmidico	eossidico
temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	283 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:

- sabbatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2) In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliamidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliamidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiera, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

Zincatura a bagno caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità FeB400S e FeB500S. Tutte le strutture in carpenteria metallica previste nel presente progetto dovranno essere zincate a bagno caldo prima dell'assemblaggio strutturale finale, che dovrà prevedere esclusivamente montaggi mediante bullonature, tasselli o chiodature; non saranno ammesse saldature di assemblaggio realizzate in cantiere.

Il processo di zincatura dovrà essere sendzimir od equivalente, per immersione in zinco in fusione.

Procedimento di zincatura a caldo per immersione

Il trattamento preliminare comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400÷430 K.

Per l'immersione in bagno di zinco dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione degli elementi di carpenteria nel bagno di zinco sarà variabile in funzione della superficie da zincare e dello spessore del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

Qualora la carpenteria zincata debba essere inglobata in getti di calcestruzzo fresco, alla zincatura seguirà il trattamento di cromatazione.

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente all'acciaio in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Elementi eventualmente incollati assieme dopo la zincatura o che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutati.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Appaltatore ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$ la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni.

Inoltre se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata mentre se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

Il trattamento di zincatura a caldo dovrà essere effettuato sempre dopo la lavorazione per deformazione (es: piegatura di barre o piatti).

Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

- **UNI EN 12329** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;
- **UNI EN 12330** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;
- **UNI EN 12487** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;
- **UNI EN 12540** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;
- **UNI EN 1403** - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;
- **UNI EN ISO 12944-1** - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
- **UNI EN ISO 12944-2** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
- **UNI EN ISO 12944-3** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;
- **UNI EN ISO 12944-4** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;
- **UNI EN ISO 12944-6** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;
- **UNI EN ISO 12944-7** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

43.27 Strutture bullonate

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

Le caratteristiche dichiarate dal produttore verranno verificate dalla Direzione Lavori, secondo le procedure previste nel D.M. 19.09.2005, presso un laboratorio ufficiale.

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$. Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio T_s , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale N_s presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove d è il diametro nominale di filettatura del bullone,

$$N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$$

essendo A_{res} l'area della sezione resistente della vite e $f_{k,N}$ tensione di snervamento.

La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro D (mm)	Area resistente A_{res} (mm ²)	Coppia di serraggio T_s (N·m)					Forza normale T_s (kN)				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, etc.

- Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- 1) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;
- 2) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- 3) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**.
- 4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Personale di saldatura

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN2883.

Norme di riferimento:

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

Modalità di esecuzione delle saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo **ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali, il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma **UNI EN 12062**.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);

- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti tre fasi:

- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

Difetti delle saldature

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi (1):

- *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
- *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.

I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

Cricche

(1) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite monolitiche. Qualora detta continuità sia imperfetta, si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.

Le condizioni di servizio possono, ad esempio, determinare inconvenienti come :

- cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, et.);
- cavità superficiali provocate da corrosioni;
- alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;
- precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche . Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

Difetti esterni o di profilo

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

- a) *eccesso di sovrametallo*. E' riscontrabile nei giunti di testa;
- b) *cordone d'angolo troppo convesso*. E' tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;
- c) *incisioni marginali*. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;
- d) *irregolarità superficiale*. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, etc.;
- e) *slivellamento dei lembi*, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
- f) *spruzzi e sputi*. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;
- g) *colpi d'arco*. Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova. E' necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

- a) *sollecitazioni statiche*. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;
- b) *sollecitazioni di fatica*. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.
- c) *servizio a bassa temperatura*. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

Controlli non distruttivi

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.

I controlli verranno certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da un operatore qualificato, secondo **EN473**, almeno di secondo livello.

Metodo dei liquidi penetranti

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

1. *Pre-lavaggio*. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, etc. per pezzi usati;
2. *Applicazione*. Consiste nell'applicazione del liquido penetrante⁽²⁾ sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;
3. *Lavaggio*. Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;
4. *Sviluppo*. Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;
5. *Osservazione*. Ha lo scopo di valutare ed interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

Norme di riferimento:

UNI EN 571-1 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali;

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l' esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;

UNI EN ISO 3452-2 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti;

UNI EN ISO 3452-3 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Blocchi di riferimento per le prove;

UNI EN ISO 3452-4 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura;

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove;

UNI EN ISO 12706 - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo con liquidi penetranti;

UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti delle saldature. Livelli di accettazione;

⁽²⁾ Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

UNI EN 1371-1 - Fonderia. Controllo con liquidi penetranti. Getti colati in sabbia, colati in conchiglia per gravità ed a bassa pressione;

UNI EN 1371-2 - Fonderia. Controlli con liquidi penetranti. Fusioni a cera persa;

UNI ISO 4386-3 - Cuscinetti radenti. Cuscinetti radenti metallici multistrato. Prove non distruttive con liquidi penetranti;

UNI EN 10228-2 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti;

UNI EN 10246-11 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione dei difetti superficiali.

Metodo magnetico

E' un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

- *Smagnetizzazione preliminare*, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;
- *Sgrassaggio* superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
- *Magnetizzazione*. Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato;
- *Applicazione della polvere magnetica*;
- *Ispezione* per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
- *Smagnetizzazione finale* dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. E' utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione .

I metodi ultrasonici si possono classificare in :

- *tecnica per trasmissione o per trasparenza*. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
- *tecnica per riflessione*. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;
- *tecnica per risonanza*. La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;
- *tecnica ad echi multipli*. La tecnica è una variante di quella per riflessione

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti trasduttori, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medica. Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame, sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

Norme di riferimento per i metodi magnetico e ultrasonico:

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali;

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature;

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione;

UNI EN 1369 - Fonderia. Controllo mediante particelle magnetiche;

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali;

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali;

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico;

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso);

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali;

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali;

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali;

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

UNI EN 1712:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;

UNI EN 1713:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;

UNI EN 1714:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola - posta alle spalle dell'elemento - sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

Norme di riferimento:

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;

UNI ISO 4993 - Getti di acciaio. Controllo radiografico;

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;

UNI EN 10246-10 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;

UNI 10660 - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali;

UNI EN 12517 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

43.28 Collaudi e prove sulle condotte

I collaudi idraulici dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni e le procedure definite dalla Norma UNI EN 545:2010.

Il carico della condotta principale avverrà mediante i punti di allacciamento indicati dal Committente.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e la posa temporanea degli sfiati lungo linea, nei pozzetti ove sarà previsto il montaggio degli sfiati nella configurazione definitiva della condotta, la manodopera, i mezzi d'opera ed il coordinamento delle operazioni con il Committente ed ogni onere connesso alla esecuzione della prova.

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire, immediatamente dopo la posa della condotta, la costruzione dei relativi ancoraggi e dei blocchi previsti in progetto, al fine di poter procedere con la messa in pressione del sistema. Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte del Committente; nel caso in cui l'Appaltatore non abbia provveduto tempestivamente a realizzare i tratti di acquedotto per l'interconnessione alle fonti di approvvigionamento

previste in progetto, Egli dovrà provvedere a sua cura e spese al rifornimento dell'acqua per il riempimento delle tubazioni.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

La prova avrà la durata minima di 24 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.

Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.

I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore inoltre non potrà rivendicare ulteriori oneri rispetto al compenso previsto in contratto, per i rallentamenti delle operazioni di posa della condotta dovuti alla esecuzione delle prove di tenuta intermedie. Non sarà consentito procedere con la posa di ulteriori tratti di condotta fino al raggiungimento dell'esito positivo della prova idraulica intermedia.

Le operazioni di prova idraulica intermedia o di collaudo idraulico in campo saranno supervisionate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, che potrà ordinarne l'esecuzione o la ripetizione fino al raggiungimento dell'esito finale positivo.

Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

I relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del Collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Prove delle condotte in acciaio

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'Appaltatore e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione).

Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Il Committente potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte del Committente; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le

prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le tubazioni saranno sottoposte ad una pressione pari a **1.5 volte** la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar.

La prova avrà la durata minima di 24 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.

Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.

I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accurata dei giunti di monte e di valle dell'attraversamento. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti di monte e valle attraversamento e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.

43.29 Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

43.29.1 Materiali

43.30 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C_3A) $< 5\%$ che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento

sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante.

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite,

quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15 A e comunque almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 PARTE 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa L.A. 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	$ES \geq 80$ $VB < 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo ad estinzione ondulata	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	$Cf \geq 0,15$ ($D_{max}=32 \text{ mm}$) $Cf \geq 0,12$ ($D_{max}=64 \text{ mm}$)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m ³ di aggregati impiegati.		

Tabella 15 A - Caratteristiche degli Aggregati.

Nella tabella 15 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 8000 mc impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza,

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

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D_{max}) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m^3 di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 15 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D_{max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

Dmax Aggregati (mm)	% aria occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza $\pm 1\%$

Tabella 15 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata.

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfeere di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

43.30.1 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti. I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Potranno essere impiegati aggiunte minerali in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo, disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il Progettista in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.

In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl_2 a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Le caratteristiche tecniche previste secondo la Norma NFP 18-502 dovranno essere le seguenti:

Parametro	
SiO_2	>85%
CaO	<1,2%
SO_3	<2,5%
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	<4,0%
Cl	<0,2%
Area specifica B.E.T.	20-35 m^2/g
Massa volumica assoluta	2,1-2,3 kg/l

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove è previsto l'impiego della silicafume, il rapporto tra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere presa in considerazione).

43.30.2 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

(Norme UNI 9858 e ENV 206)

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI a) *	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA UNI 7122	CLASSI f_{ck} R_{ck} **** Classi di resist. minime *****
I	- Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey; - Barriere e parapetti in cemento armato	CEM III CEM IV	0,45	S4 16÷20 cm ***	$\leq 0,1\%$	$\geq 32/40$ MPa

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI a) *	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA UNI 7122	CLASSI f_{ck} R_{ck} **** Classi di resist. minime *****
II	- Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m - Tombini scatolari; - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.); - Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; - Rivestimenti ed archi rovesci di gallerie	CEM III CEM IV CEM I II e V **	0,50	S4 16÷20 cm ***	≤ 0,1%	≥ 25/30 MPa
III	- Muri si sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti; - Prismi per difese spondali	CEM III CEM IV I II e CEM V **	0,55	S4 16÷20 cm ***	≤ 0,2%	≥ 20/25 MPa
a) - Per le barriere in conglomerato cementizio tipo New Jersey, si farà esclusivamente uso di cemento tipo III 42,5 o 42,5R * - In presenza di concentrazioni di solfati e CO ₂ aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto 15.6 ** - Ammesso alle condizioni di cui al precedente punto 15.1.1 *** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori; e/o diverse prescrizioni progettuali. **** - Il simbolo f_{ck} si riferisce a provini cilindrici mentre il simbolo R_{ck} si riferisce a quelli cubici ***** - Salvo diverse esigenze e/o prescrizioni progettuali.						

Tabella 15 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementiti.

43.30.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. in vigore).

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI 9858/91);
- resistenza caratteristica a compressione f_{ch} o R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);

- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza $\geq$ di 12/15 MPa.

43.30.4 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

43.30.5 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del in vigore).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile

giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali. Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, 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 dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

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.

43.30.6 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo d'elasticità:	20%
- perdita di massa:	2%
- espansione lineare:	0.2%
- coefficiente di permeabilità:	
. prima dei cicli	10 ⁻⁹ cm/sec
. dopo i cicli	10 ⁻⁸ cm/sec

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specificata Autostrade riportata al successivo punto 15.8).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

43.30.7 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. del in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

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

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopracitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

- 1- Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).
- 2- Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
- 3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
- 4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
- 5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microclusa in funzione del diametro massimo (D_{max}) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Trasporto

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

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati 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 posto le armature metalliche.

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

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 d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'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. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il 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 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

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 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

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 saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'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. 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 o si getterà mediante pompaggio.

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

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

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; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'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.

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 la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

Stagionatura e disarmo

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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 la 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 d, 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 d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 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.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

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 d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

Trattamenti superficiali

Ove previsto in progetto, il calcestruzzo va rifinito superficialmente con trattamento di spolvero al quarzo per fornire all'opera migliori caratteristiche di durezza superficiale.

In particolare, tale trattamento va eseguito su tutte le rampe di accesso.

Tale onere è compreso nella voce di elenco relativa al calcestruzzo.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 15.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microoclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.
Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.
In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'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.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.
Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'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.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

43.30.8 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di $1,00 \text{ m}^2$ e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 - 100	Sufficiente	1,00
100 - 300	Discreto	2,00
300 - 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

43.30.9 Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici o di pozzi di fondazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d $\geq 28/35$ MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritzz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C_3A inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di $4.500\text{ cm}^2/\text{g}$), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;
- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;
- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} \geq 3,4$, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si espliciti sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente $18\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui al paragrafo 15.7.6.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza $\lambda = h/d$. La stima della resistenza cubica R_c (MPa) del calcestruzzo proiettato a partire dalla resistenza compressione sui cilindri f_c (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$R_c = \frac{2,5}{1,5 + 1/\lambda} \times f_c$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di R_c dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione (R_{ck}) è stimata secondo quanto indicato nella normativa UNI 9858.

Per la valutazione delle resistenze a 24 h ed a 48 h (il valore ottenuto sarà definito come resistenza stimata "R_{stim}") si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8L preselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI 6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).
- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio HRC55.5 $\pm$ 1, diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di 5÷13 m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di $\pm$ 100 N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato in "Linee guida per il calcestruzzo proiettato" (ed. Austrian Concrete Society - ed. 1997).

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a:

R_{stim} a 24 h $\geq$ 10 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

R_{stim} a 48 h $\geq$ 15 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Negli attimi precedenti alla proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dalle presenti Norme Tecniche.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata R_{stim} saranno eseguite dal personale

tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Impresa la quale dovrà farsi carico di tutti gli oneri relativi alle prove eseguite.

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori ed i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme, per le modalità di confezionamento, messa in opera e verifica delle resistenze si farà costante riferimento alle raccomandazioni europee EFNARC (final draft) versione ottobre 1993, ed "Linee guida per il calcestruzzo spruzzato" Austrian Concrete Society ed. 1997, nella attesa che sia pubblicata la corrispondente Normativa Italiana, attualmente in fase di redazione.

Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate o, in alternativa, con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione (f_t) $\geq$ di 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente ($f_p 0,2$) $\geq$ 900 MPa ed allungamento minimo $\leq$ del 2,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, si determinerà, con frequenza settimanale la quantità d'energia assorbita mediante punzonamento su piastra. Tale valore dovrà risultare $\geq$ 500 joule.

La rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme.

Qualora la classe di resistenza a 28 d non sarà $\geq$ 28/35 MPa, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori minimi rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non terrà conto della lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

43.31 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

In progetto è prevista la fornitura e posa in opera di condotti scatolari in calcestruzzo armato vibro-compresso a sezione rettangolare di base interna mm 1000 ed altezza interna mm 1500, con spessore minimo delle pareti di mm 160 e lunghezza di mm 1000-2000 (compresa lunghezza non standard, su ordinazione); l'armatura dei singoli elementi deve essere calcolata per un impiego costante e deve essere atta a sopportare carichi stradali di 1° categoria con un ricoprimento da sopra manufatto variabile da mm 100 a mm 5000; l'incastro a norma ASTM C 789 deve essere predisposto per l'inserimento di apposita guarnizione in gomma butilica tipo CS102-CS202 a norma ASTM C-990, per la perfetta tenuta idraulica (minimo 1 bar).

Per una corretta posa in opera e per evitare fenomeni di smottamento la condotta scatolare dovrà appoggiare su un basamento continuo di magrone Rck 100 (spessore 15 cm, compreso nel prezzo) e per l'assemblaggio si dovrà utilizzare un "tir-for" di tipo idraulico.

In fase di fornitura l'esecutore dovrà fornire i calcoli statici di verifica in base alle condizioni richieste con allegata distinta e posizionamento dell'armatura utilizzata.

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.

Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle

responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

43.32 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere 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 fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed 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.

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.

43.33 Acciaio per c.a. e c.a.p.

43.33.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

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

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

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

43.33.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (Fe B 38K e Fe B 44K), controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

43.33.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

43.33.4 Zincatura a caldo degli acciai

Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo $0,03 \div 0,04\%$ oppure compreso nell'intervallo $0,15 \div 0,25\%$.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

Zincatura a caldo per immersione

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a $400 \div 430$ K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra $710 \div 723$ K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di $+10\%$ dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di $85 \mu\text{m} \pm 10\%$.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;

- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di $80 \div 100 \mu\text{m}$.

43.33.5 Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austenitico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.

Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

Sigla AISI	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
304L	$\leq 0,03\%$	$\leq 2,0\%$	$\leq 1,0\%$	$\leq 0,045\%$	$\leq 0,03\%$	$18 \div 20$	$8 \div 12$	-
316L	$\leq 0,03\%$	$\leq 2,0\%$	$\leq 1,0\%$	$\leq 0,045\%$	$\leq 0,03\%$	$18 \div 20$	$8 \div 12$	$2 \div 3$

Tabella 1n (caratteristiche chimiche).

Sigla AISI	F _{tk} MPa	F _{tk} MPa	A 5 %	HRB
304L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79
316L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79

Tabella 2n (caratteristiche meccaniche).

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

43.33.6 Acciaio per c.a.p.

Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali in accordo con il Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 25.4.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

43.33.7 Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

43.34 Acciaio per carpenteria

43.34.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP. 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

43.34.2 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

43.34.3 Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$ mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

43.34.4 Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

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

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

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

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

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiato a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Strutture portanti

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

43.34.5 Verniciature

Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:

- . sabbatura di tutte le superfici;
- . applicazione dello strato di primer;

b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- . spazzolatura dei punti da ritoccare;
- . ritocchi sullo strato di primer;
- . applicazione dello strato intermedio;
- . applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

Sabbature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council). Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

a - Sabbiatura di grado A Sa 2½;

b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq 76\%$;
- zinco metallico nel film secco $\geq 86\%$;
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 260 K;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa $\geq 50\%$):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq 80\%$;
- zinco metallico nel film secco $\geq 80\%$;
- legante epossipoliamidico;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 h
289 K	6 h

- e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido $\geq 59\%$
 - legante epossipoliamminico modificato;
 - peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 283 K;
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 h
289 K	12 h

- f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido $\geq 57\%$
 - legante poliuretano isocianico alifatico;
 - aspetto lucido;
 - peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l;
 - temperatura minima di applicazione 277 K

Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

- e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: $\geq 50\%$
 - legante epossipoliammidico;
 - peso specifico della miscela: ≥ 1.350 g/l;
 - temperatura minima di applicazione: 283 K;
 - sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)
- f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: $\geq 75\%$
 - legante epossidico;
 - aspetto lucido;
 - peso specifico della miscela: $\geq$ g/l 1500;
 - temperatura minima di applicazione: 283 K

TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista		
Esecuzione	in officina	in opera

Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/d	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,080	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1250	≥1200
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥59%	≥57%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	eossipoliamidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	277 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/d	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,075	0,150
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1350	≥1500
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥50%	≥75%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		eossipoliammidico	eossipoliamidico	eossidico
temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	283 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

43.34.6 Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:

- sabbatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2) In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiera, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

43.34.7 Manufatti in acciaio profilato

L'Impresa dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti, scale, pensiline, cancelli ecc., come da disegni di progetto, complete di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.

L'acciaio dovrà essere minimo del tipo Fe 430 di grado B certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.

I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.

Saranno finiti mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

43.34.8 Botole, chiusini, ecc.

Le botole, i chiusini, ecc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:

- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

43.34.9 Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a 3,20 m.

43.34.10 Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

43.35 **Recinzioni metalliche**

43.35.1 Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo. Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

c) Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo **R.1.B.** ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione "**Faunistica**" sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

d) Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.

La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

e) Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.

Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m.

Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 gr/mq e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata). Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di $W_x = W_y = 2,30 \text{ cm}^3$ per i sostegni intermedi e di $1,30 \text{ cm}^3$ per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

f) Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate

Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo W_x e W_y sarà di $2,30 \text{ cm}^3$.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

g) Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto.

All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B.

h) Recinzione antiscavalcamiento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m

La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.

I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.

Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di 100 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.

I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 g/m² per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a $W_x = W_y = 1,35 \text{ cm}^3$ e saranno infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 dei tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.

I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.

Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.

L'Impresa dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.

I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di progetto. Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

43.35.2 Qualità dei materiali - Prove

a) Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm^2 , mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm^2 .

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di $\pm 0,05 \text{ mm}$.

3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m^2 .

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m^2 . Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m^2 . Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m² per i pannelli e di 130 g/m² per i pali.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

b) Prove sui materiali

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO₂ per un volume totale della camera di 300 litri). I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di $80^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di $\pm 20^{\circ} \text{C}$ alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

43.35.3 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

- un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

43.35.4 Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione. I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalco dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

43.36 Ripristini stradali (specifiche tecniche e prestazionali)

43.36.1 Generalità

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

43.36.2 Strati di fondazione

Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenute al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % totale in peso
crivello	71	100
crivello	40	75 - 100
crivello	25	60 - 87
crivello	10	35 - 67
crivello	5	25 - 55
setaccio	2	15 - 40
setaccio	0,4	7 - 22
setaccio	0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.
Inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 – 35;

g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

Modalità esecutive

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

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

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

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc \cdot (100 - x)}{100 \cdot Pc - x \cdot di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso
crivello	40	100
crivello	30	80 - 100
crivello	25	72 - 90
crivello	15	53 - 70
crivello	10	40 - 55
crivello	5	28 - 40
setaccio	2	18 - 30
setaccio	0,4	8 - 18
setaccio	0,18	6 - 14
setaccio	0,075	5 - 10

c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;

d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;

e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

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

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

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

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

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre

riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

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

Requisiti di accettazione delle miscele

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

Modalità esecutive

Confezione delle miscele

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

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

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

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

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

Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

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

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

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

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

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

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

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

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

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

43.36.3 Strato di base

Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo

preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

TABELLA BITUME		
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	85 - 105
Punto di rammollimento	C / K	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 - 0,6

Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)

Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ + 10 / ≤ 283

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = 20 u - 500 v / u + 50 v$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante: % totale in peso

Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70

Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburi dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

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

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

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

43.36.4 Strati di collegamento (binder) e di usura

Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

- Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);

- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm^2 , nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5 \text{ mm}$ necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo utilizzato per lo strato di base.

Miscele

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I. Passante: % totale in peso

Crivello	25	100
Crivello	15	$65 \div 100$
Crivello	10	$50 \div 80$
Crivello	5	$30 \div 60$
Setaccio	2	$20 \div 45$
Setaccio	0,4	$7 \div 25$
Setaccio	0,18	$5 \div 15$
Setaccio	0,075	$4 \div 8$

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra $3 \div 7\%$. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

1) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<i>Serie crivelli e setacci U.N.I</i>			Passante: % totale in peso
Crivello	20		--
Crivello	15	100	100
Crivello	10	70 ÷ 100	70 – 90
Crivello	5	43 ÷ 67	40 – 60
Setaccio	2	25 ÷ 45	25 – 38
Setaccio	0,4	12 ÷ 24	11 – 20
Setaccio	0,18	7 ÷ 15	8 – 15
Setaccio	0,075		6 – 10

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Formazione, confezione degli impasti e posa in opera

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343

Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 1.8

Miscela

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso riportato qui di seguito:

Serie crivelli e setacci U.N.I			Passante: % totale in peso
Crivello	20		100
Crivello	15	100	90 – 100
Crivello	10	70 ÷ 100	35 - 50
Crivello	5	43 ÷ 67	10 - 25
Setaccio	2	25 ÷ 45	0 - 12
Setaccio	0,4	12 ÷ 24	0 – 10
Setaccio	0,18	7 ÷ 15	0 - 8
Setaccio	0,075		0 - 6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

La miscela favorisce una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "CF" in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento (C)
400 – 630	CF > 0,15
800 – 1600	CF > 0,30
2000 – 2500	CF > 0,15

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di CF dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento CF
400 - 630	CF > 0,25
800 - 1250	CF > 0,50
1600 - 2500	CF > 0,25

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 600 kg.

- Il valore del modulo di rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 250; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di 14% - 16%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	0.70 - 1.10	0.25 - 0.42	0.12 - 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra 413 e 423 .

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 - 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$K_v = 15 \cdot 10^{-2}$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 8 dm³/min .

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

43.36.5 Trattamenti superficiali

Generalità

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

Trattamento con emulsione a freddo

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benestare da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m^2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m^3 1,20 per $100 m^2$, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte. Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

Trattamento a caldo con bitume liquido

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione $100 \div 120$ e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m^2 previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

43.36.6 Microtappeti a freddo

Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvida. La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il Δ PA dovrà essere $\geq 5^\circ\text{C}$;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:

- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
- Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%

- Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%

c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

"bitumi di base"

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione riportati nel punto 3.2.2 della presente sezione.

"bitumi modificati"

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

CARATTERISTICHE	UNITÀ ¹	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 60
Punto di rammollimento	C / K	65-75/338-348
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-14 / 259
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	80 - 130
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 - 0,4

Nella "malta bituminosa" suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

Miscele

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo Crivelli e setacci UNI		9 mm	6 mm	4 mm
15	Passante: %	100	100	100
10	Passante: %	85 ÷ 100	100	100
5	Passante: %	55 ÷ 75	55 ÷ 80	85 ÷ 100
0,4	Passante: %	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
0,18	Passante: %	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
0,0075	Passante: %	4 ÷ 10	5 ÷ 10	6 ÷ 10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo:		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13 ÷ 20	8 ÷ 14	6 ÷ 10
Dimensione massima degli inerti	mm	10 ÷ 12	7 ÷ 9	5 ÷ 6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti)	%	5,0 ÷ 7,5%	6 ÷ 8%	7 ÷ 10%

Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità`...
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

43.37 Ripristini stradali (specifiche di controllo)

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

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

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

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

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

43.37.1 Strati di fondazione

Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

Prove di laboratorio- accettazione dei materiali

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente Capitolato.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 mq di strato di fondazione realizzato.

strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Prove di laboratorio-accettazione dei materiali

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

43.37.2 Strato di base

Prove di laboratorio - accettazione dei materiali

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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

Inoltre, con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 –1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

43.37.3 Strati di collegamento (binder) e di usura

Prove di laboratorio - accettazione dei materiali

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente Capitolato.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Valgono le stesse prescrizioni previste ai punti precedenti.

43.37.4 Microtappeti a freddo

Prove di laboratorio- accettazione dei materiali

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre, con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

43.38 Recinzioni metalliche

Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo. Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di

carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

c) Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo **R.1.B.** ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione "**Faunistica**" sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

d) Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.

La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

e) Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.

Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m.

Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 gr/mq e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata). Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di $W_x = W_y = 2,30 \text{ cm}^3$ per i sostegni intermedi e di $1,30 \text{ cm}^3$ per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

f) Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate

Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo W_x e W_y sarà di $2,30 \text{ cm}^3$.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

g) Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto.

All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B.

h) Recinzione antiscavalcamiento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m

La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.

I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.

Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di $100 \mu\text{m}$, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L 840 HR).

Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.

I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 g/m^2 per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a $W_x = W_y = 1,35 \text{ cm}^3$ e saranno infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di $60 \text{ }\mu\text{m}$, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 del tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.

I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.

Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.

L'Impresa dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.

I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di progetto. Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

Qualità dei materiali - Prove

a) Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303: 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm^2 , mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm^2 .

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di $\pm 0,05 \text{ mm}$.

3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare, la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m^2 .

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m^2 . Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m^2 . Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m^2 per i pannelli e di 130 g/m^2 per i pali.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

b) Prove sui materiali

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO₂ per un volume totale della camera di 300 litri). I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80° ± 2° C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ±20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.

- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

- 1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:
 - un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.
- 2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione. I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalco dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

43.39 Caratteristiche degli impianti elettrici

Ambiente di installazione

Tutti i materiali che verranno forniti e tutti gli impianti che verranno eseguiti dovranno essere idonei per l'installazione in ambienti con temperatura ambiente e umidità relativa massima prevista.

Agli effetti dell'ambiente specifico di installazione si richiede il seguente grado di protezione minimo: IP55 .

Sicurezza degli impianti elettrici

Gli impianti e le apparecchiature devono essere costruiti tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente in cui devono essere installati e delle funzioni che devono adempiere.

Tutti i materiali devono essere nuovi e di buona qualità, e dovranno riportare, ove previsto, il marchio di qualità IMQ o analoghi di paesi CEE e la marchiatura CE.

La buona esecuzione dell'impianto e la scelta di materiali appropriati sono essenziali ai fini della sicurezza.

In particolare gli apparecchi ed i materiali impiegati devono essere idonei a resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere sottoposti durante l'esercizio, considerando combinati gli effetti dovuti alla temperatura e all'umidità.

Tutti i conduttori devono avere sezione e portata sufficiente per l'uso a cui sono destinati.

Tabella dimensionamento cavi e cavidotti:

TENSIONE	CORRENTE NOMINALE	LUNGHEZZA MASSIMA	SEZIONE CAVO	CAVIDOTTO	POTENZA INSTALLATA
	INTERRUTTORE AUTOMATICO				
Volt	In	mt	mmq	d: mm	kW
220	6	$L < 49$	1,5	16	1,50
		$49 < L \leq 81$	2,5	20	1,50
220	10	$L \leq 29$	1,5	16	2,00
		$29 < L \leq 48$	2,5	20	2,00
		$48 < L \leq 77$	4	25	2,00

TENSIONE	CORRENTE NOMINALE	LUNGHEZZA MASSIMA	SEZIONE CAVO	CAVIDOTTO	POTENZA INSTALLATA
	INTERRUTTORE AUTOMATICO				
Volt	In	mt	mmq	d: mm	kW
220	16	$L \leq 30$	2,5	20	3,50
		$30 < L \leq 48$	4	25	3,50
		$48 < L \leq 72$	6	32	3,50
220	20	$L \leq 24$	2,5	20	4,50
		$24 < L \leq 38$	4	25	4,50
		$38 < L \leq 58$	6	32	4,50
220	25	$L \leq 31$	4	25	5,00
		$31 < L \leq 47$	6	32	5,00
		$47 < L \leq 78$	10	32	5,00
220	32	$L \leq 37$	6	32	7,00
		$37 < L \leq 61$	10	32	7,00
		$61 < L \leq 97$	16	40	7,00
380	6	$L \leq 98$	1,5	20	3,00
		$98 < L \leq 164$	2,5	25	3,00
380	10	$L \leq 59$	1,5	20	5,00
		$59 < L \leq 98$	2,5	25	5,00
		$98 < L \leq 157$	4	25	5,00
380	16	$L \leq 60$	2,5	25	8,00
		$24 < L \leq 96$	4	25	8,00
		$96 < L \leq 145$	6	32	8,00
380	20	$L \leq 48$	2,5	25	10,00
		$48 < L \leq 77$	4	25	10,00
		$77 < L \leq 116$	6	32	10,00
380	25	$L \leq 61$	4	25	14,00
		$61 < L \leq 93$	6	32	14,00
		$93 < L \leq 154$	10	40	14,00
380	32	$L \leq 72$	6	32	18,00
		$72 < L \leq 120$	10	40	18,00
380	40	$L \leq 125$	10	40	20,00
		$125 < L \leq 210$	16	50	20,00
380	50	$L \leq 170$	16	50	25,00
		$170 < L \leq 270$	25	75	25,00
380	100	$L \leq 250$	50	75	50,00
		$250 < L \leq 360$	70	110	50,00
380	160	$L \leq 220$	95	110	100,00
		$220 < L \leq 280$	120	140	100,00

La sezione minima dei conduttori deve essere considerata:

- 1,5 mmq per la distribuzione luce;
- 2,5 mmq per la distribuzione FM.

Le giunzioni e le connessioni devono essere opportunamente realizzate in modo da garantire bassa resistenza elettrica, isolamento sufficiente, robustezza meccanica, protezione da agenti esterni quali muffe,

insetti, ecc. Si devono evitare giunzioni e connessioni di materiali elettrochimicamente differenti oppure le giunzioni devono essere realizzate in modo che non diano origine a fenomeni di corrosione.

I circuiti principali e derivati devono essere protetti a monte contro sovracorrenti dannose, a mezzo di interruttori, fusibili ed apparecchiature similari, che :

- Intervengano automaticamente ai valori di corrente che il circuito può sopportare con sicurezza, operando l'interruzione di tutti i poli del circuito protetto;
- abbiano poteri di chiusura e di interruzione adeguati e siano conformi come caratteristiche e prestazioni alle richieste previste sui disegni o definite nella presente;
- siano convenientemente ubicati e, per costruzione ed installazione, conformati in modo da prevenire pericoli per riscaldamento, archi e proiezioni di parti incandescenti durante il loro funzionamento.

Definizioni

E' il conduttore di un circuito elettrico previsto per essere percorso normalmente da corrente. Il neutro deve essere considerato conduttore attivo.

Conduttore di terra: è il conduttore che serve al collegamento dei dispersori fra di loro ed alle eventuali masse metalliche di notevole estensione e che costituisce il collettore generale di terra, cui fanno capo i conduttori di protezione. Per i conduttori parzialmente interrati la denominazione di conduttori di terra vale per la parte non interrata; per quella interrata vale limitatamente agli eventuali tratti destinati ad essere isolati dal terreno, se hanno le dimensioni prescritte, debbono essere considerati come dispersori.

Caratteristiche dei materiali per esecuzione di impianti e modalità d'installazione

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità in commercio ed in particolare devono rispondere alle normative richieste.

L' impresa appaltatrice è tenuta a precisare, già in sede di offerta: la Casa Costruttrice, il tipo, le prestazioni e le caratteristiche principali dei materiali che intende adottare.

Sia in corso di offerta. che in corso d'opera, il committente si riserva il diritto di richiedere all'impresa ulteriori precisazioni e/o campionature.

Tubi protettivi - cassette - scatole

Per l'esecuzione degli impianti nelle varie zone si prescrivono le seguenti regole:

- tubi in PVC serie Pesante in vista o sottotraccia;
- cassette di derivazione in plastica tipo da incasso con coperchio frontale avvitato o apribile con attrezzo.

Agli effetti della installazione detti tubi dovranno:

Tubi in PVC:

devono essere di materiale termoplastico rigido, della serie pesante ("P"), con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 200 Kg su una lunghezza di 10 cm. I tubi in PVC, come i loro accessori, devono essere autoestinguenti e avere un'adeguata resistenza di isolamento e rigidità dielettrica.

Cassette e scatole:

devono essere idonee al tipo di impianto e di ambiente cui sopra, destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere i morsetti di giunzione e/o apparecchiature varie. Essi devono consentire il facile allacciamento dei cavi o dei conduttori facenti capo ad esse.

Devono essere resistenti all'umidità, alle sovratemperature, agli urti e se di materiale plastico avere buone proprietà isolanti.

Ovviamente il grado di protezione delle cassette dovrà essere idoneo a garantire quello richiesto per il locale.

Devono essere impiegate scatole aventi dimensioni minime di 60 mm di diametro, oppure rettangolari con dimensioni di 56X64X48 mm.

Cassette e scatole:

devono essere idonee al tipo di impianto e di ambiente cui sopra, destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere i morsetti di giunzione e/o apparecchiature varie. Essi devono consentire il facile allacciamento dei cavi o dei conduttori facenti capo ad esse.

Devono essere resistenti all'umidità, alle sovratemperature, agli urti e se di materiale plastico avere buone proprietà isolanti.

Ovviamente il grado di protezione delle cassette dovrà essere idoneo a garantire quello richiesto per il locale.

Devono essere impiegate scatole aventi dimensioni minime di 60 mm di diametro, oppure rettangolari con dimensioni di 56X64X48 mm.

Canalette portacavi in lamiera zincata

(CEI 23-31)

Caratteristiche costruttive:

Si prevede l'impiego di canalette delle seguenti dimensioni trasversali di massima:

- 300X100 mm, con spessore della lamiera minimo 20/10 mm
- 200X100 mm, con spessore della lamiera minimo 15/10 mm
- 150X100 mm, con spessore della lamiera minimo 15/10 mm
- 100X100 mm, con spessore della lamiera minimo 12/10 mm

Le canalette dovranno essere del tipo prefabbricato in lamiera di acciaio con profilo ad U e fianchi ribordati, costruite in elementi:

- rettilinei di 3-4 metri di lunghezza con ascoltare di unione sulle testate (in cantiere sarà ammessa solo la costruzione di elementi di lunghezza speciale, ricavati da elementi standard);
- in curva, diedri o piani, con piegatura possibilmente a raggio di curvatura continuo intorno al valore di 300:350 mm. Le curve potranno avere ampiezze varie e cioè: 90, 120, 150 gradi sia in senso verticale che orizzontale;
- di derivazione, a T oppure a croce (solo per elementi piani) con caratteristiche analoghe a quelle previste per gli elementi in curva.

Tutti gli elementi suddetti dovranno essere corredati di piastre o dispositivi simili di unione con bulloneria zincata di serraggio, aventi anche funzione di collegamento ai terra.

In questo caso dovrà essere garantita:

- una superficie di contatto di almeno 200 mmq per lato;
- una sezione equivalente rame di 25 mmq.

Qualora tale condizione non potesse essere garantita, si dovranno eseguire i ponticelli in cordina di rame da 25 mmq.

Agli effetti della portata esse dovranno essere proporzionate secondo il seguente prospetto:

- tipo 300X100 mm : carico distribuito 30 Kg/m più carico concentrato nella mezzeria di 80 Kg considerando gli appoggi distanti 4 m, con deformazioni entro i limiti di elasticità del materiale (Freccia max inferiore a 1/300 della luce);
- tipo 200X100 mm : carico distribuito di 20 Kg/m, più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti;
- tipo 150X100 mm : carico distribuito di 15 Kg/m, più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti.
- tipo 100X100 mm: carico distribuito di 10 Kg/m , più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti.

Gli spessori delle lamiere delle canalette possono essere ridotti se la conformazione geometrica delle stesse è tale da garantire la stessa portata.

Le canalette potranno essere del tipo ad asolatura continua modulare, distribuita su tutta la superficie oppure a lamiera piena e dovranno essere predisposte per l'applicazione del setto separatore e dotate di coperchio ove richiesto.

Le canaline dotate di coperchio dovranno avere il ponticello di messa a terra tra canalina e coperchio stesso, realizzato con cordina in rame di sez.= 6 mmq o con sistemi idonei a garantire continuità elettrica.

Modalità di installazione:

Di massima le canaline dovranno essere fissate alle strutture del fabbricato con mensole in profilati di acciaio zincato a caldo proporzionate in modo da reggere i carichi ipotizzati precedentemente.

Il fissaggio delle mensole alla struttura dovrà essere realizzato con tasselli metallici ad espansione in quantità sufficiente alla sospensione dei carichi previsti. Per il fissaggio delle canalette alle mensole è sufficiente

l'impiego di bulloni a testa tonda con dado e rondelle, da inserire in asole sul fondo o sul fianco delle canalette stesse.

Canalette portacavi in PVC

Caratteristiche costruttive:

Si prevede l'impiego di canalette e/o battiscopa delle seguenti dimensioni trasversali di massima:

- 300X75mm
- 200X75 mm
- 150X75 mm
- 100X75 mm
- 72X16 mm

Le canalette dovranno essere del tipo prefabbricato, in PVC rigido, autoestinguente, rinforzato con fibra di vetro, oppure in resina vetropoliestere, tutte con il relativo coperchio costruite in elementi:

- rettilinei di 2/3 metri di lunghezza, con predisposizioni di unione a tenuta tramite manicotti e viterie in plastica;
- elementi di raccordo e di derivazione, diedri o piani con piegatura a raggio continuo, dotati anch'essi di manicotti e viterie di unione a tenuta.

Viti, bulloni, graffette, staffe portanti

Devono essere di robusta costruzione, di norma in acciaio di buona qualità, ricoperti con rivestimento protettivo idoneo all'ambiente di installazione (cadmiatura, zincatura, brunitura, anodizzazione ecc.). I bulloni e le viti dovranno sempre essere completi di rondella elastica. I bulloni da impiegare all'esterno dovranno essere sempre zincati a fuoco per immersione. Le graffette di fissaggio delle tubazioni potranno essere zincate e non dovranno presentare asperità e sbavature che possano danneggiare il tubo; le staffette per il fissaggio dei tubi alle travature dovranno essere del tipo ad aggraffatura a pressione.

Rivestimenti protettivi per - strutture - mensolame

- carpenteria - bulloneria - accessoristica varia:
si prevedono i seguenti rivestimenti protettivi:
- zincatura a fuoco;
- zincatura a freddo
- protezione supplementare con resina.

Cavi di alimentazione o potenza per segnalazioni e comandi

La sezione dei cavi di alimentazione e dei conduttori costituenti gli impianti sarà indicata sui disegni e sugli schemi elettrici di progetto.

In mancanza di eventuali idonee indicazioni la sezione dei cavi deve essere determinata in base ad una temperatura ambiente di 45°C e tenendo conto di tutti i dovuti coefficienti di riduzione, per una portata nominale pari al 130% del carico previsto.

La scelta dei conduttori e dei tipi di cavo deve essere fatta sulla base dell'elenco che segue:

Cavi di potenza:

- cavi multipolari/unipolari flessibili FG7OR 0,6/1 kV conduttore in rame rosso ricotto, isolamento : gomma HEPR ad alto modulo, guaina: PVC speciale , Norme costruttive : CEI UNEL 35756 flessibili, Norme di prova: CEI 20.22 II; CEI 20.35; CEI 20.37 1a. Tensione nominale: U_0/U : 0,6/1 kV , Tensione di prova: 4000 V in c.a. , temperatura massima di esercizio: 90°C; temperatura di posa : 0°C.
Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a 4 volte il diametro esterno del conduttore.

Cavi per segnalazioni e comandi:

Sono previsti cavi marchiati di materiali e sezioni secondo le vigenti normative e/o la regola dell'arte.

Modalità di posa e individuazione dei cavi:

Per le parti in tubazioni i cavi dovranno essere sistemati parallelamente, ben distesi, con i vari sistemi separati fra loro. Nelle strutture di salita e di discesa i cavi dovranno essere sistemati ordinatamente e fissati ad ogni traversina, per mezzo di appositi morsetti di serraggio; per piccoli cavi appartenenti ad uno stesso sistema è ammesso il fissaggio di più cavi sotto uno stesso morsetto. Per l'individuazione sicura e facile dei cavi, sia nel percorso in canaline che in struttura, si dovranno applicare apposite targhe a manicotto, fascettate, ai cavi, con indicazione della tensione, circuito, sezione e della destinazione impresso in rilievo. Tali targhe saranno da applicare in tutti i tratti accessibili o ispettivi delle condutture.

Tutti i cavi dovranno, sia in arrivo che in partenza essere opportunamente intestati con capicorda (per i cavi di potenza) e puntalini (per i cavi di segnalazione).

Quadri di protezione e comando

Le connessioni di potenza con gli interruttori modulari vanno realizzate con appositi pettini in rame isolati. E' consentito l'impiego di cavi in PVC N07- V-K CEI 20.22 o bandelle in Rame isolate seguendo le indicazioni della Casa costruttrice del quadro.

Nei quadri dovranno essere previste sbarre di terra (sez . min = 150 mmq) in rame nudo.

Interruttori automatici, differenziali, strumentazione

Tutti gli interruttori automatici dovranno essere di tipo magnetotermico omipolari scatolati o modulari per gli interruttori generali di quadro e magnetotermici differenziali ad alta sensibilità ($I_d = 30\text{mA}$) per le linee luci e blocchi differenziali con possibilità di regolare la corrente differenziale e il tempo d'intervento per la protezione delle linee forza in partenza (interruttori modulari magnetotermico, salvamotori per attuatori – $I_n = 3,5$ da 2,5 a 4 A), predisposti per il collegamento a barre entro i quadri previsti. Le caratteristiche degli stessi saranno tali da essere coordinate con i conduttori, per la protezione contro le sovracorrenti.

Voltmetro inserzione diretta e su TV scala 0-600V

Amperometro inserzione diretta su TA sens.5 A scala 0-300°

Rete generale di terra

Le parti di impianto e tutte le masse metalliche in progetto dovranno essere adeguatamente collegate alla rete generale di terra esistente ed in progetto dal nodo equipotenziale principale da installare in prossimità del quadro generale, tramite un conduttore di protezione in rame di sezione 50 mmq con isolante in PVC di colore giallo-verde, previsto lungo il cavidotto di alimentazione principale.

Prese, Interruttori luce, deviatori, pulsanti, segnalatori.

Prese:

devono essere diversificate secondo il servizio e la tensione del sistema con le seguenti precisazioni:

- per posa in vista devono essere complete di cassetta di protezione in fusione metallica o PVC con protezione minima IP55 ,con ingresso filettato per pressacavo o tubo e per raccordo a tubo.

Sono previste prese avente corrente nominale 10/16 A tipo standard italiano bipasso e/ tedesco con alveoli schermati protette da interruttore magnetotermico 10 A se installate nei locali comuni; quadri prese tipo CEE 220 V, 380V dotate di dispositivo di interblocco, protette da fusibili nello stesso frutto metallico o in PVC.

Interruttori luce:

Devono essere installati sui quadri di zona e in prossimità degli accessi. Tali interruttori saranno del tipo unipolare o bipolare.

Devono essere idonei per:

- posa in vista a parete in cassetta in resina antiurto con protezione IP55 con ingresso filettato per raccordo a tubo;

Gli interruttori unipolari dovranno essere collegati in modo da interrompere la fase.

Deviatori , pulsanti:

dovranno avere le medesime caratteristiche costruttive e di installazione degli interruttori luce, tenendo valide le prescrizioni del punto precedente.

Apparecchi illuminanti ordinari e di sicurezza

Saranno previsti apparecchi illuminanti aventi grado di protezione almeno IP55 per i locali chiusi e quelli esterni. Nei locali vari dovranno essere di tipo a tubo fluorescente (220 V, P = 2x36W).

Nei locali tecnici sono previsti corpi illuminanti di tipo alogeno IP55 (250 W cad.) Dovranno essere posizionati a parete o a soffitto .

Saranno dotati tutti di schermi protettivi in plastica o vetro per prevenire la caduta delle lampadine e/o dei tubi.

Apparecchi illuminanti a cavo con avvolgitore portatili per servizio di manutenzione: IP55 , P = max 100 W ad incandescenza, attacco E27, tensione di alimentazione 12/24 V , trasformatore di sicurezza 100 kVA incorporato. Snodabili da fissare a parete con tasselli.

Tutti gli apparecchi dovranno essere cablati e rifasati.

Le lampade di sicurezza autonome interne ai locali dovranno essere di tipo autoalimentato con batteria autonoma all'interno dell'apparecchio stesso, a tubo fluorescente di potenza 18 W tipo SE. Le batterie dovranno garantire il funzionamento per oltre un'ora in caso di mancanza di tensione di rete. Dovranno garantire la completa ricarica in 12 h.

43.40 Verifica interferenza con degli ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo.

Sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutti gli oneri derivanti dalla verifica preventiva della presenza di ordigni bellici lungo il tracciato delle opere (indagini tramite georadar, elettromagnetometro di superficie e di profondità o strumentazione analoga e relativa relazione di indagine).

E' stata prevista una verifica superficiale con apparecchiature quali georadar ed elettromagnetometro lungo tutto il canale.

Nel tratto a rischio medio è stata prevista la *BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE eseguita in conformità alla DIRETTIVA TECNICA GEN-BST 001 del Ministero della Difesa.*

E' stato pertanto inserito in progetto il seguente onere a carico dell'impresa, da effettuarsi prima dell'inizio dei lavori:

Ricerca ed individuazione eventuale interferenza con sottoservizi, canali, infrastrutture varie sotterranee, ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo, da eseguirsi mediante apparecchiatura georadar integrata da elettromagnetometro, eventualmente integrata da altre apparecchiature per approfondimenti d'indagine supplementare o complementare, per una larghezza pari a 3 m in asse alla condotta, per profondità minima pari a quella prevista per gli scavi + 25 cm e redazione di relazione finale riportante i risultati delle indagini, completa di output grafici e conclusioni relative al rischio di interferenze varie, con particolare riferimento alla legge 177/2012, al D.M. 82 del 11/05/2015 e al D. Lgs. 81/2008.

Compresa BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE eseguita in conformità alla DIRETTIVA TECNICA GEN-BST 001 del Ministero della Difesa, in corrispondenza dell'area di realizzazione delle camere di spinta del microtunnelling e del tracciato del microtunnelling e della TOC (esclusa area entro le recinzioni della Ferrovia), comprendente tutte le procedure ed operazioni finalizzate a:

- Bonifica Bellica Sistemica Terrestre da ordigni esplosivi residuati bellici sul territorio nazionale da effettuare, a scopo precauzionale, da Soggetti Interessati, mediante ditte iscritte all'albo istituito ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177*
- compilazione DUB ed ottenimento parere vincolante positivo da parte dell'Autorità Militare e/o dell'OEP*
- Rilascio dell'Attestato di Bonifica Bellica,*
- Acquisizione del visto dell'A.D. e relativa validazione del servizio BST*

Su richiesta di CSE o RFI la bonifica interesserà anche il rilevato ferroviario, o tramite perforazioni verticali se RFI interromperà il traffico, o tramite perforazioni inclinate, dall'esterno dell'area Rfi. I relativi costi sono compresi nella stima oneri sicurezza.

Durante gli scavi dovrà essere tenuto in cantiere ed utilizzato costantemente un metal detector per un'ulteriore verifica in corso d'opera, da utilizzarsi almeno ogni 50 cm di scavo verticale.

Se, lungo il canale, a seguito dell'analisi condotta dall'impresa dovessero evidenziarsi criticità o corpi metallici che possano essere ricondotti ad ordigni, si provvederà ad eseguire preventivamente approfondimenti di indagine come previsto dalla normativa vigente.

La bonifica vera e propria, in caso di rinvenimento di ordigni, esula invece dagli oneri dell'Impresa e deve essere eseguita dall'Autorità Militare.

43.41 Formazione di rilevati

- Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

- Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

- Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

- Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di progetto.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolar modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

43.42 Opere di protezione spondale

Formazione di protezione spondale in massi naturali

Di norma il peso del materiale, deve essere determinato con l'impiego della bilancia a bilico; in casi particolari, riconosciuti dall'Ufficio di Direzione Lavori, mediante ordine di servizio, la determinazione del peso dei massi naturali può essere effettuata mediante mezzi galleggianti stazzati.

L'operazione di pesatura verrà effettuata in contraddittorio tra dall'Ufficio di Direzione Lavori, o suoi rappresentanti; le parti firmeranno le bollette, madre e figlie, nel numero disposto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Per le operazioni di pesatura l'Impresa deve disporre di uno o più bilici, secondo le disposizioni dall'Ufficio di Direzione Lavori, rimanendo a tutto suo carico ogni spesa ed onere relativi alle operazioni di pesatura, ivi compresi, l'impianto dei bilici ed il relativo controllo iniziale, quelli periodici da parte del competente Ufficio, le eventuali riparazioni dei bilici e la costruzione di una baracca ad uso del personale dell'Amministrazione preposto alle operazioni di pesatura.

Il peso dei carichi viene espresso in tonnellate e frazioni di tonnellate fino alla terza cifra decimale; se ne detrae la tara del veicolo e della cassa, nonché il peso dei cunei o scaglioni usati per fermare i massi di maggiore dimensione, ottenendo così il peso netto che viene allibrato nei registri contabili.

L'Impresa deve fornire appositi bollettari; ciascuna bolletta viene datata ed oltre il peso netto deve portare il peso lordo, la targa o il contrassegno del veicolo o delle casse a cui la bolletta stessa si riferisce, nonché la categoria del materiale.

Ad ogni veicolo o cassone carico corrisponde quindi una serie di bollette, di cui la madre resta al personale dell'Amministrazione che ha effettuato la pesatura e le figlie di norma vengono consegnate al rappresentante dell'Impresa, al conducente del mezzo di trasporto ed al personale dell'Amministrazione che sorveglia la posa del materiale in opera.

Quando i materiali vengano imbarcati sui pontoni o su altri galleggianti, ciascuno di tali mezzi deve essere accompagnato da una distinta di carico nella quale dovranno figurare la matricola di identificazione del galleggiante, la stazza a carico completo, l'elenco delle bollette figlie riguardanti ciascuno degli elementi imbarcati e la somma dei pesi lordi che in esse figurano.

La somma deve coincidere con la lettura della stazza a carico completo.

E' ammessa la fornitura di massi naturali proveniente da salpamenti, previa autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Lo scarico non può essere mai iniziato senza autorizzazione del Rappresentante dell'Ufficio di Direzione Lavori: questi, prima di autorizzare il versamento, controlla il carico; eseguito lo scarico, verifica se lo zero della scala di stazza corrisponde alla linea di galleggiamento; quindi, completa le bollette apponendovi la propria firma.

Il materiale comunque perduto lungo il trasporto non può essere contabilizzato.

Oltre a quanto stabilito nel presente Capitolato, l'Ufficio di Direzione Lavori ha la più ampia facoltà di aggiungere tutte quelle condizioni che ritenga più opportune per assicurare la buona riuscita delle operazioni di pesatura nonché l'efficienza dei controlli sui pesi dei carichi, sulla regolarità dei trasporti e sul collocamento in opera dei massi.

Nessuno speciale compenso o indennità può riconoscersi all'Impresa per il tempo necessario alle operazioni di taratura, stazzatura, pesatura dei materiali o per controlli su dette operazioni.

Sistemazione faccia a vista delle mantellate

Il prezzo compensa la sistemazione faccia a vista a superficie pianeggiante delle mantellate e comprende tutti gli oneri occorrenti per far assumere al paramento lato fiume l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità; il prezzo comprende altresì la fornitura del terreno vegetale, l'intasamento della mantellata e la semina fino ad attecchimento avvenuto.

Negli appalti a misura la valutazione sarà fatta a metro quadrato.

Formazione di protezione spondale in massi artificiali

Il prezzo compensa la realizzazione delle difese di sponda in massi artificiali, compresi tutti gli oneri per la fornitura ed il trasporto dei componenti del calcestruzzo, per la realizzazione del getto ed in generale per tutto quanto occorrente per la costruzione dei prismi e per la loro posa in opera secondo le modalità descritte nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III e le prescrizioni progettuali. Sono compresi anche gli oneri per il prelievo dei campioni e per le prove di laboratorio.

Negli appalti a misura, la valutazione sarà fatta a metro cubo riferita ai volumi effettivi dedotti geometricamente dalla misurazione dei singoli prismi da effettuarsi prima della posa in opera.

Formazione di protezione spondale in gabbioni

Il prezzo compensa tutti gli oneri per la confezione del gabbione a seconda della sua altezza, compresi i materiali impiegati, nonché quelli per la posa in opera.

Nel prezzo sono compresi cioè tutti gli oneri per la fornitura, il trasporto, la posa ed il montaggio delle scatole metalliche; gli oneri per la fornitura del filo zincato necessario per le cuciture di ogni scatola, per i collegamenti tra le varie scatole e per i tiranti tra le facce opposte o contigue e tutte le operazioni di cucitura, collegamento e tirantaggio.

Il prezzo comprende, altresì, la fornitura, il trasporto e la posa del materiale di riempimento secondo le indicazioni riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III, nonché l'eventuale posa in opera del gabbione da realizzarsi successivamente al riempimento dello stesso.

Negli appalti a misura, la valutazione sarà effettuata a metro cubo riferita ai volumi effettivi dedotti geometricamente dalla misurazione delle singole figure geometriche da effettuarsi prima della posa in opera.

Formazione di protezione spondale in materassi metallici

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la fornitura, il trasporto, la posa ed il montaggio delle scatole metalliche di spessore predefinito, gli oneri per la fornitura del filo zincato necessario per le cuciture di ogni scatola, per i collegamenti tra le varie scatole e per i tiranti tra le facce opposte o contigue, incluse le operazioni stesse di cucitura, collegamento e tirantaggio, la fornitura, il trasporto e la posa del materiale di riempimento secondo le indicazioni riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III, nonché la posa in opera del materasso da realizzarsi, eventualmente, successivamente al riempimento dello stesso.

Negli appalti a misura, la valutazione sarà effettuata a metro quadrato riferita ai volumi effettivi dedotti geometricamente dalla misurazione delle singole figure geometriche da effettuarsi prima della posa in opera.

43.43 Formazione di protezione spondale mediante copertura diffusa con astoni di salice

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la regolarizzazione e la predisposizione della sponda, l'approvvigionamento del materiale vegetale, sia esso proveniente da vivaio o reperibile in loco, il taglio degli astoni, il loro trasporto fino al luogo del cantiere, il loro eventuale immagazzinamento, il corretto posizionamento delle verghe, l'infissione dei picchetti e l'ancoraggio tramite filo di ferro zincato, la ricopertura con uno strato di terreno vegetale e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità descritte nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III e negli elaborati progettuali. Nei prezzi

risultano altresì compresi gli oneri per la garanzia dell'attecchimento, il ripristino delle fallanze, nonché l'onere relativo alla realizzazione della protezione al piede eseguita con le dimensioni e le modalità previste negli elaborati progettuali e nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III.

La copertura diffusa, negli appalti a misura, sarà valutata a metro lineare di protezione messa in opera sulla base dell'altezza della sponda, misurata verticalmente a partire dalla difesa al piede, ovvero a metro quadrato di superficie spondale insediata, se così indicato nella voce di elenco.

43.44 Fornitura e posa in opera di lastre in c.a. a protezione del petto arginale

Il prezzo compensa la fornitura e la posa in opera di lastre in c.a. prefabbricate, con spessore minimo delle nervature di 15 cm e delle dimensioni previste in progetto, realizzate con calcestruzzo avente resistenza caratteristica cubica minima pari a 300 kg/cm^2 e debitamente armate con una quantità di ferro non inferiore a 80 kg/m^3 .

Il prezzo comprende anche l'onere per la preparazione del piano di posa, per l'innaffiamiento, per la regolarizzazione dei giunti secondo le modalità ed i tipi di progetto, per l'esecuzione delle prove di accettazione e controllo sui materiali previste in capitolato e per ogni altra operazione necessaria per dare l'opera finita e regola d'arte.

Negli appalti a misura, la valutazione verrà effettuata a metro quadrato di superficie coperta.

43.45 Teli ripartitori di carichi

Relativamente ai teli ripartitori di carichi si provvederà alla pesatura di uno o più campioni della fornitura messa a disposizione dall'Appaltatore, a discrezione dell'Ufficio di Direzione Lavori, per verificare la loro rispondenza alle caratteristiche prescritte nel relativo prezzo unitario. Di detta pesatura verrà redatto apposito verbale.

Negli appalti a misura, la valutazione verrà effettuata a metro quadrato di superficie coperta.

43.46 Geosintetici e geocompositi

Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto fuori acqua

Il prezzo compensa la fornitura e la posa in opera di tessuto non tessuto e comprende tutti gli oneri per gli sfridi, le sovrapposizioni, le cuciture, le prove di laboratorio richieste dalla Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto – Capo III e nei disegni di progetto.

Negli appalti a misura i geotessili in tessuto non tessuto saranno compensati a metro quadrato, in ragione della grammatura e in base alla superficie effettivamente coperta dal telo, senza tenere conto delle sovrapposizioni.

Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto sotto il pelo dell'acqua

Il prezzo compensa la posa in opera di tessuto non tessuto come al numero precedente e con gli stessi oneri, ma posato sotto il livello dell'acqua.

43.47 Fornitura e posa in opera di georete tridimensionale antierosione, rinforzata con griglia in poliestere

Fornitura e posa in opera di rivestimento di scarpate con geocomposito tridimensionale rinforzato da geogriglia in poliestere avente resistenza a trazione long/tras non inferiore a kN 20/20, compresi punti metallici zincati di diametro 3 mm per le legature, fili in acciaio di cucitura e collegamento, picchetti di fissaggio alle superfici di scarpata, in acciaio di diametro 10 mm e lunghezza 50 cm con densità di n. 2 al m², la ricarica e saturazione con terreno di medio impasto.

Il prezzo comprende tutti gli oneri per gli sfridi, i sormonti, le cuciture, gli ancoraggi, le prove di laboratorio richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III e nei disegni di progetto.

Le georeti tridimensionali antierosione saranno compensate a metro quadrato, in base alla superficie effettivamente coperta dalla georete, senza tenere conto dei sormonti.

43.48 Fornitura e posa in opera di rete metallica antinutrie

Rivestimento di scarpata in roccia o terra di qualsiasi altezza mediante copertura di rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta con trafilato di ferro conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, galvanizzato con lega di Zinco Alluminio (ZN.AL 5%) conforme alla UNI-EN 10244 - Classe A con quantitativo minimo stabilito in funzione del diametro del filo stesso. I teli rete saranno posati lungo linee di massima pendenza e collegati utilizzando per le cuciture un filo di caratteristiche pari a quelle della rete medesima, diametro pari a 2,20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo inferiore a 230 g/m². Le funi e gli ancoraggi sono da computare a parte in funzione dello schema progettuale prescelto. Maglia tipo 8x10 cm con filo avente diametro pari a 2,70 mm, e rivestimento in materiale plastico avente uno spessore nominale non inferiore a 0,50 mm, in conformità alla UNI-EN 10245-2, con diametro finale esterno non inferiore a 3,70 mm.

Le reti metalliche saranno compensate a metro quadrato, in base alla superficie effettivamente coperta dalla georete, senza tenere conto dei sormonti.

43.49 Fornitura e posa in opera di geomembrana impermeabile

Il prezzo compensa la pulitura e la livellazione del terreno di posa, la fornitura e la posa in opera di uno strato in tessuto non tessuto di peso unitario non inferiore a 70 gr./m², la fornitura e la posa in opera della geomembrana impermeabile delle caratteristiche riportate nel Capo III del Capitolato Speciale d'Appalto e comprende tutti gli oneri per gli sfridi, i sormonti, gli ancoraggi, le giunzioni o saldature, le prove di laboratorio richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo III e nei disegni di progetto.

Negli appalti a misura, le geomembrane impermeabili saranno compensate a metro quadrato in base alla superficie effettivamente coperta dal telo, senza tenere conto dei sormonti.

43.50 Opere in verde

Generalità e garanzia di attecchimento

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

Preparazione del terreno

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza del suolo potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee o delle piantine, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0,8 N/m² (8 q per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0,4 N/m² (4 q per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0,3 N/m² (3 q per ettaro).

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui si è detto poco sopra.

Quando l'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito e, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

43.51 Messa a dimora di talee e piantine

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, purché l'Impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e le talee dovranno essere immuni da qualsiasi malattia parassitaria. Le talee dovranno risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di 3 cm. Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15°C) e corrente.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento e stabiliti gli oneri relativi.

Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8÷10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile, andrà escluso il taglio con l'accetta.

Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'Impresa eseguirà i lavori nel periodo di riposo vegetativo, che va, indicativamente, dal tardo autunno all'inizio della primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali. Resta comunque a carico dell' Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Le specie di piante saranno le seguenti:

a) piante a portamento erbaceo o strisciante: *Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lonicera sempervires*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*);

b) piante a comportamento arbustivo: *Alnus viridis*, *Cornus mas*, *Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucalyptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Salix cinerea*, *Salix nigricans*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Spartium junceum*, *Viburnum opulus*.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte dell' Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto. Quando venga ordinata dall'Ufficio di Direzione Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle fissate in progetto, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.

In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 80 cm, in modo che lo sviluppo completo delle piantine a portamento strisciante, con la deflessione dei rami in basso, possa ricoprire la superficie sottostante delle scarpate ove il terreno risulta sterile.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica "dell'imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.

In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

L'Impresa secondo la sua piena responsabilità potrà utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dall'Ufficio di Direzione Lavori. In particolare l'Impresa curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Prima dell'esecuzione dei lavori dall'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine, delle talee, o delle coltri erbose. Qualora ciò non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere a tutte le operazioni necessarie perché avvenga l'attecchimento.

43.52 Semine

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo. L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

L'Ufficio di Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Nel caso di semina potenziata vale quanto riportato al Capo II-punto 12.4

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venire erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella alla pagina seguente.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- miscuglio n.1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- miscuglio n.2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- miscuglio n.3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.

- miscuglio n.4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.
- miscuglio n.5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Tipo di miscuglio

Specie	1°	2°	3°	4°	5°	
(N/m ²)						
Lolium italicum						
o Lolium perenne			-	0,023	0,014	0,030 -
Arrhenatherum elatius			0,030	-	-	- 0,020
Dactylis glomerata			0,003	0,025	0,014	0,012 -
Trisetum flavescens			0,007	0,005	0,003	- -
Festuca pratensis			-	-	0,028	0,020 -
Festuca rubra	0,010		0,007	0,009	0,006	-
Festuca Ovina	-		-	-	-	0,006
Festuca heterophylla			-	-	-	- 0,009
Phleum pratense			-	0,007	0,007	0,012 -
Alopecurus pratensis			-	0,012	0,011	0,016 -
Cynosurus cristatus			-	-	-	- 0,003
Poa pratensis	0,003		0,023	0,018	0,004	0,002
Agrostis alba	-		0,006	0,004	0,004	-
Anthoxanthum odoratum			-	-	-	- 1,000
Bromus erectus	-		-	-	-	0,015
Bromus inermis	0,040		-	-	-	0,012
Trifolium pratense			0,008	0,005	0,006	0,004 -
Trifolium repens	-		0,007	0,004	-	-
Trifolium hybridum			-	-	-	0,006 -
Medicago lupulina			0,003	-	-	- 0,006
Onobrychis sativa			-	-	-	- 0,010
Anthyllis vulneraria			0,010	-	-	- 0,003
Lotus corniculatus			0,006	-	0,002	0,006 0,003
Sommano: (N)	0,120		0,120	0,120	0,120	0,120

Tipo di miscuglio

Specie	1°	2°	3°	4°	5°	
(kgf/ha)						
Lolium italicum						
o Lolium perenne			-	23	14	30 -
Arrhenatherum elatius			30	-	-	- 20
Dactylis glomerata			3	25	14	12 -
Trisetum flavescens			7	5	3	- -
Festuca pratensis			-	-	28	20 -
Festuca rubra	10		7	9	6	-
Festuca Ovina	-		-	-	-	6
Festuca heterophylla			-	-	-	- 9
Phleum pratense			-	7	7	12 -
Alopecurus pratensis			-	12	11	16 -

Cynosurus cristanus	-	-	-	-	3	
Poa pratensis	3	23	18	4	2	
Agrostis alba	-	6	4	4	-	
Anthoxanthum odoratum		-	-	-	-	1
Bromus erectus -	-	-	-	-	15	
Bromus inermis	40	-	-	-	12	
Trifolium pratense	8	5	6	4	-	
Trifolium repens-	7	4	-	-	-	
Trifolium hybridum	-	-	-	6	-	
Medicago lupulina	3	-	-	-	6	
Onobrychis sativa	-	-	-	-	10	
Anthyllis vulneraria	10	-	-	-	3	
Lotus corniculatus	6	-	2	6	3	
Sommano: (kgf)	120	120	120	120	120	

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idrosemiatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

L'erba sfalcata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

è compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

43.53 Micropali iniettati

43.53.1 Generalità

I pali dovranno avere diametro massimo pari a 250 millimetri ed il getto del palo deve essere fatto con malte di cemento iniettate a pressione.

L'armatura è costituita da elementi tubolari d'acciaio.

In relazione al tipo di getto si distinguono i seguenti due tipi di micropalo:

- con iniezione a bassa pressione;
- con iniezione ad alta pressione, anche ripetuta.

43.53.2 Tolleranze geometriche

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche: $\cong 5$ cm
- sulla verticalità: 2%

il diametro dell'utensile di perforazione deve risultare non inferiore al diametro nominale del micropalo.

43.53.3 Modalità esecutive

La perforazione dovrà essere eseguita a distruzione, a rotazione o rotopercussione, secondo il tipo di terreno da attraversare.

Vengono utilizzate teste di rotazione o rotopercussione oppure utensili operanti a fondo foro (wireline, martello a fondo foro).

Il fluido per il raffreddamento dell'utensile e per l'asportazione dei detriti può essere costituito da aria, schiume, acqua o fanghi, secondo terreno, attrezzatura e tecnica adottati.

La circolazione di aria o schiuma non può essere utilizzata attraversando terreni non lapidei al di sotto del livello di falda.

L'adozione di un rivestimento metallico provvisorio a sostegno delle pareti può risultare necessaria o meno in relazione al tipo di terreno attraversato o della tecnica di perforazione adottata.

Il rivestimento è d'obbligo nelle perforazioni per micropali da iniettare a bassa pressione.

La trivellazione può in certi terreni essere eseguita anche con elica continua senza fluido in circolazione.

La perforazione deve essere comunque condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto, in particolare deve essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Al termine della perforazione il foro viene accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo deve assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di formazione della guaina, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi continui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

Nel presente progetto, l'infissione nel terreno dei micropali dovrà essere prevista con sistemi di perforazione a rotazione. Solo nel caso in cui la tecnica a rotazione non consentisse la regolare esecuzione dei lavori si potrà passare alla tecnica a rotopercolazione.

43.53.4 Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo la perforazione di ciascun micropalo. In caso contrario la perforatrice dovrà restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere quindi alla pulizia del preforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

La miscela cementizia per l'iniezione dovrà essere così composta:

- dosaggio cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 425 $\cong 900 \text{ kg/m}^3$ (9 kN/m³)
- rapporto acqua/cemento $\cong 0,50$
- rapporto inerti/cemento $\cong 0,03$
- rapporto fluidificanti/cemento $\cong 0,03$
- rapporto bentonite/cemento $\cong 0,04$

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

La resistenza cubica a compressione deve risultare $\cong 30 \text{ MPa}$.

43.53.5 Micropali a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite apposito tubo di convogliamento.

Successivamente si applica al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invia aria in pressione ($0,50 \div 0,60$ MPa) mentre si solleva gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonta allora la sezione superiore del rivestimento e si applica la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabbocco dall'alto per riportare a livello la malta. Si procede analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno può essere consigliabile evitare la pressione d'aria agli ultimi $5 \div 6$ m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Micropali con iniezione ad alta pressione

Le fasi della formazione del fusto sono le seguenti:

- Formazione della guaina, cioè riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del preforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro.

Qualora si impieghi per la perforazione un fango di cemento e bentonite destinato a rimanere nel foro per la formazione della guaina, esso sarà confezionato adottando i seguenti rapporti di peso:

- bentonite/acqua: $0,05 \div 0,08$;

- cemento/acqua: $1,80 \div 2,30$.

- Lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvola.

- Iniezione ad alta pressione: avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si iniettano valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il triplo del volume del preforo di competenza della valvola che viene iniettata, senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage"), segnalata da un brusco calo di pressione nelle fasi di iniezione.

- Lavaggio con acqua all'interno del tubo.

Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripete l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa dell'incipiente fratturazione idraulica del terreno;

- le pressioni residue di iniezione misurata a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino $0,7$ MPa.

- Al termine delle iniezioni si deve riempire a gravità l'interno del tubo.

43.53.6 Armature metalliche

Le armature metalliche devono essere estese a tutta la lunghezza del micropalo e devono sporgere di quanto definito dal progetto, fino ad un massimo di 150 cm, dalla quota testa micropalo, finito e scapitozzato, in modo da immorsarsi nella fondazione.

Si devono usare tubi di acciaio senza saldatura longitudinale. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo possono essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso di getto del micropalo ad alta pressione i tubi di armatura devono essere dotati di apposite valvole, 2 o 3 ogni metro lineare, per l'iniezione. Essi devono essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

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

In alternativa l'Appaltatore può sottoporre all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori l'impiego di tipi di valvole brevettate o comunque sperimentate, fornendo la relativa documentazione tecnica ed esempi di lavoro svolti. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Le armature tubolari devono essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Salvo diversa indicazioni degli elaborati progettuali di dettaglio (tavole grafiche), l'acciaio da utilizzarsi per la realizzazione dei micropali è del tipo S275JR:

Caratteristiche meccaniche EN 10025							
Acciai strutturali EN 10025		S185	S235JR	S275JR	S355JR		
Snerv. min.		185	235	275	355		
RM < 3,00		310 ÷ 540	360 ÷ 510	430 ÷ 580	510 ÷ 680		
RM ≥ 3,00		290 ÷ 510	360 ÷ 510	410 ÷ 560	470 ÷ 630		
A80% min. ≤ 1,00		–	17	15	14		
A80% min. 1,01 + 1,50		–	18	16	15		
A80% min. 1,51 + 2,00		10	19	17	16		
A80% min. 2,01 + 2,50		11	20	18	17		
A80% min. 2,51 + 2,99		12	21	19	18		
A5% min. ≥ 3,00		16	26	23	22		
Composizione chimica EN 10025							
Qualità	C% max.	Mn% max.	Si% max.	P% max.	S% max.	N% max.	Cu% max.
S235JR	0.17	1.40	–	0.035	0.035	0.012	0.55
S275JR	0.21	1.50	–	0.035	0.035	0.012	0.55
S355JR	0.24	1.60	0.55	0.035	0.035	0.012	0.55
S185	–	–	–	–	–	–	–

43.53.7 Controlli e documentazione dei lavori

In corso di iniezione si preleva un campione di miscela per ogni micropalo, col quale sono confezionati cubetti di 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo, salvo diversa indicazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo micropalo deve essere documentata mediante la compilazione di una apposita scheda sulla quale si registrano i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data del getto;
- quantità di miscela posta in opera nella formazione del fusto;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del micropalo: quote fondo e testa micropalo;
- geometria dei tubi di armatura.

43.53.8 Rispondenza alle NTC 2018

Tutti gli oneri di rispondenza alle NTC 2018, comprese le prove indicate nel presente paragrafo sono a carico dell'Impresa Appaltatrice.

6.4.3.6 CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati controlli di integrità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di 2 pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a 4.

6.4.3.7 PROVE DI CARICO

6.4.3.7.1 Prove di progetto su pali pilota

Le prove per la determinazione della resistenza del singolo palo (prove di progetto) devono essere eseguite su pali appositamente realizzati (pali pilota) identici, per geometria e tecnologia esecutiva, a quelli da realizzare e ad essi sufficientemente vicini.

L'intervallo di tempo intercorrente tra la costruzione del palo pilota e l'inizio della prova di carico deve essere sufficiente a garantire che il materiale di cui è costituito il palo sviluppi la resistenza richiesta e che le pressioni interstiziali nel terreno si riportino ai valori iniziali.

Se si esegue una sola prova di carico statica di progetto, questa deve essere ubicata dove le condizioni del terreno sono più sfavorevoli.

Le prove di progetto devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da consentire di ricavare diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi, significativi ai fini della valutazione della resistenza.

Il sistema di vincolo deve essere dimensionato per consentire un valore del carico di prova non inferiore a 2,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche agli SLE.

La resistenza del complesso palo-terreno è assunta pari al valore del carico applicato corrispondente ad un cedimento della testa pari al 10% del diametro nel caso di pali di piccolo e medio diametro ($d < 80$ cm), non inferiori al 5% del diametro nel caso di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm).

Se tali valori di cedimento non sono raggiunti nel corso della prova, è possibile procedere all'estrapolazione della curva sperimentale a patto che essa evidenzi un comportamento del complesso palo-terreno marcatamente non lineare.

Per i pali di grande diametro si può ricorrere a prove statiche eseguite su pali aventi la stessa lunghezza dei pali da realizzare, ma diametro inferiore, purché tali prove siano adeguatamente motivate ed interpretate al fine di fornire indicazioni utili per i pali da realizzare. In ogni caso, la riduzione del diametro non può essere superiore al 50% e tale da restituire un palo ancora di grande diametro ($d \geq 80$ cm); il palo di prova deve essere opportunamente strumentato per consentire il rilievo separato delle curve di mobilitazione della resistenza laterale e della resistenza alla base.

Come prove di progetto possono essere eseguite prove dinamiche ad alto livello di deformazione, purché adeguatamente interpretate al fine di fornire indicazioni comparabili con quelle derivanti da una corrispondente prova di carico statica di progetto.

6.4.3.7.2 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. In 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 n 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 e 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.

43.54 Pali secanti

Attrezzature

Si utilizzeranno macchinari equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere. L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare. L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)
- profondità di perforazione
- osservazioni sulla stratigrafia locale
- tempi di perforazione, secondo le istruzioni impartite dalla DIREZIONE LAVORI
- grafico dei tempi di perforazione
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'APPALTATORE dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, etc.) concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

Esecuzione del diaframma con pali secanti

L'esecuzione dei diaframmi in conglomerato plastico deve avvenire secondo fasi di scavo e getto dei pali secanti, secondo le seguenti operazioni:

1) Costruzione di una correa di guida in cemento armato a conformazione compenetrata. Normalmente la correa viene realizzata mediante l'utilizzo di una cassaforma metallica con inserti a perdere in polistirolo: tali inserti visualizzano la futura posizione dei pali il cui interasse risulta inferiore al diametro degli stessi.

2) Perforazione dei pali "primari" con utilizzo di testa rotary principale a rotazione destrorsa e contemporaneo approfondimento di un tubo di rivestimento "rotoinfisso" con testa rotary secondaria a rotazione sinistrorsa. Il tubo di rivestimento ha alla sua base una scarpa tagliente realizzata in acciaio speciale in cui sono inserite delle placche di materiale duro (widia) che hanno lo scopo di rendere possibile l'attraversamento anche di blocchi, trovanti e calcestruzzo non armato. Nella perforazione viene comunemente usato un singolo elemento di tubo di rivestimento.

3) Terminata la perforazione del palo si prosegue con il getto realizzato sempre con la metodologia di getto C.F.A..

5) Dopo aver eseguito una serie di pali primari e comunque trascorse almeno 24 h dal getto degli stessi per aspettare la maturazione del palo, si potrà eseguire il palo "secondario".

Il progetto potrà prescrivere, a seconda delle necessità statiche ed idrauliche, compenetrazioni fra i pali più o meno accentuate. L'apposita "doppia testa di rotazione", ruotando in senso sinistrorso la tubazione di rivestimento munita dell'apposito tagliente, di fatto carota in avanzamento i pali primari attigui mentre l'utensile interno (elica C.F.A.) porta in superficie il terreno scavato ed il calcestruzzo fresato. La perforazione eseguita a doppia testa con rotazione inversa (sinistrorsa) del rivestimento, dovrà assicurare il perfetto equilibrio in asse delle perforazioni garantendo la perfetta compenetrazione a tutta altezza del palo, cosa impossibile utilizzando una attrezzatura a singola testa di rotazione.

L'Appaltatore in fase preliminare dovrà provvedere alla verifica delle caratteristiche della miscela da impiegare, con l'esecuzione di prove di resa volumetrica, di densità, di viscosità, di resistenza a compressione semplice e di permeabilità.

In corso d'opera dovranno essere prelevati all'impianto di confezionamento n. campioni di miscela come da NTC 2018, in appositi contenitori da inviare ad un laboratorio attrezzato e dopo 28 giorni di maturazione dalla data di confezionamento dovranno essere eseguite prove di densità, di resa volumetrica, di resistenza a compressione semplice e di permeabilità.

I provini per le prove di compressione semplice devono essere di forma cilindrica, con diametro $\varphi = 38$ mm e altezza $H = 76$ mm, ricavati da campioni di maggiori dimensioni dopo maturazione in acqua o in ambiente umido-saturo.

Se necessario, l'Ufficio di Direzione Lavori può richiedere che vengano effettuati prelievi di campioni di diaframma mediante carotaggio eseguito con sonda a rotazione.

Il calcestruzzo da impiegare dovrà avere una C32/40.

- Classi di consistenza superfluide (S5), con valori di slump maggiori di 23-25 cm, o calcestruzzo tipo SCC (autolivellante).

- Mantenimento della lavorabilità 90 minuti

Al termine del pompaggio di calcestruzzo dei pali secondari si procede all'inserimento dell'armatura. L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche sulle armature e dei disegni di progetto.

43.55 Trattamenti colonnari di terra stabilizzata jet-grouting

Generalità

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua - cemento immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dall'Ufficio di Direzione Lavori e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

Vengono innanzitutto distinte tre diverse tipologie di iniezione per la realizzazione delle colonne di terra stabilizzata jet-grouting:

- Sistema di gettiniezione normale o monofluido

È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, normalmente miscele di acqua e cemento, eventualmente con aggiunte di bentonite e/o additivi.

È possibile ottenere colonne di terreno trattato di diametro variabile da 35÷40 cm in terreni coesivi sino a 80 cm in terreni incoerenti.

- Sistema di gettiniezione bifluido

Si basa sul presupposto secondo il quale il raggio di azione di un getto di un liquido aumenta notevolmente se questo è contornato da un getto anulare di aria di velocità almeno pari.

I fluidi utilizzati sono una miscela di acqua-cemento (con eventualmente bentonite e/o additivi) e aria. L'iniezione avviene radialmente alla batteria di aste attraverso due ugelli coassiali: dall'ugello centrale fuoriesce il getto della miscela cementizia a circa 150÷200 m/s, mentre l'aria viene iniettata dall'ugello estremo anulare ad una velocità di circa 300 m/s.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 160÷180 cm in terreni incoerenti granulari.

- Sistema di gettiniezione trifluido

Vengono utilizzati tre fluidi: acqua e aria ad altissima velocità (300÷350 m/s), e una miscela cementizia a media velocità (50÷80 m/s). I primi due fluidi vengono iniettati nel terreno a mezzo di due ugelli coassiali con la stessa metodologia descritta per i jet bifluido, con la funzione di disaggregare il terreno; la miscela cementizia viene invece iniettata da un ugello situato al di sotto dei primi due.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 180÷200 cm in terreni incoerenti granulari.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- la perforazione a vuoto;
 - la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica;
- che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

Tolleranze

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%;
- la lunghezza non dovrà differire di ± 15 cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

Sistema di gettiniezione normale o monofluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste e del monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 70 mm e formata da tubi in acciaio di grosso spessore atti a resistere a forti pressioni interne, con giunzioni filettate tali da garantire la tenuta idraulica. La parte inferiore deve quindi essere collegata al monitor porta ugelli sopra descritto.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento tipo 425, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con impiego eventuale di additivi secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 350 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 10÷20 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 2÷6 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare ≥ 10 MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg nei terreni coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati delle eventuali colonne prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

Sistema di gettiniezione bifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nei fori la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da due tubi in acciaio concentrici in maniera tale che nel tubo centrale venga convogliata la miscela ad altissima pressione, mentre nello spazio anulare periferico venga inviata l'aria compressa; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela cementante, di caratteristiche analoghe a quella descritta al punto L.2.3, deve essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa; l'aria compressa deve essere iniettata a pressioni pari a 0,7÷1,7 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene immesso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷10 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare $\geq$ MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

Sistema di gettiniezione trifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da tre tubi in acciaio concentrici predisposti in modo tale che nel tubo centrale venga convogliata l'acqua ad altissima pressione, nello spazio anulare intermedio l'aria compressa ed in quello periferico la miscela; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La pressione di iniezione dell'acqua dovrà essere superiore a 40 MPa, quella della miscela di 2÷7 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre aria, acqua e miscela fuoriescono dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione e risalita a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷7 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare ≥ 8 Mpa a 28 gg. nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 Mpa a 40 gg. negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell' Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove. Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, con la sola differenza che in questa fase non verrà iniettata la miscela.

Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa. Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

Documentazione lavori

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

Controlli

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a

compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale $\cong 100$ mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza $\cong 100$ mm:

$$R.Q.D.\% = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \cong 100mm}{\text{Lunghezza perforata}} \times 100$$

L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche:
posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;
- valore di R.Q.D.;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

43.56 Microtunnelling

La tecnologia del microtunnelling si può considerare un'evoluzione dello "spingitubo" e ricorda quella della TBM, infatti la trivellazione è effettuata mediante l'utilizzo di una testa fresante a piena sezione. Il suo impiego è rivolto soprattutto verso impianti che richiedono un elevato grado di precisione. Infatti con questa tecnologia si possono installare condotte con una tolleranza, sia altimetrica che planimetrica, di pochi centimetri.

La posa in opera delle tubazioni è prevista mediante l'impiego di una fresa telecomandata dotata di testa fresante chiusa guidata dall'esterno (diametro perforazione 2.120-2.160 mm). Le tubazioni vengono infisse

senza arrecare nessun disturbo in superficie, fatta eccezione per i pozzi di testa (spinta-arrivo) e la perforazione avverrà a sezione piena con sostentamento meccanico/idraulico del fronte di scavo onde evitare la decompressione del terreno e gli eventuali cedimenti in superficie. I materiali di risulta saranno portati in superficie mediante un sistema di smarino a circolazione idraulica attraverso il quale il materiale scavato sarà trasportato idraulicamente in un container. Il controllo della pendenza e della posizione della testa sarà effettuato in continuo mediante l'impiego di sorgente laser posta nel pozzo di partenza su idonea mira fotosensibile solidale alla testa fresante e i dati di posizione ed inclinazione, rilevati elettronicamente, saranno protocollati con stampante collegata al sistema.

Eventuali correzioni nel corso della perforazione saranno eseguite mediante utilizzo di martinetti idraulici azionabili singolarmente che agiscono sulla testa fresante. La testata di perforazione dovrà essere adatta ad ogni tipo di terreno, compresa la presenza di trovanti.

L'utilizzo di n. 4 stazione intermedia di spinta, costituita ciascuna da martinetti idraulici (minimo 8 pistoni) e relativi collegamenti consentirà l'esecuzione dell'opera in un unico tiro.

L'impresa specializzata valuterà, all'interno del proprio POS, l'utilizzo di un modulo di sicurezza (camera iperbarica) all'interno dell'attrezzatura di scavo.

Le principali parti componenti il sistema di esecuzione dei lavori previsto sono:

- il microtunneller munito di testa fresante adatta a terreni di qualsiasi tipo e consistenza
- cilindri di spinta e centrale oleodinamica
- sistema laser costituito da una sorgente e da un bersaglio
- sistema di smaltimento dello smarino costituito da una tubazione di alimentazione dell'acqua e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante, e dal tubo di smarino con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del materiale di scavo.

L'avanzamento dell'attrezzatura avviene a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti che agiscono sui tubi già installati, i quali fungono da colonna di trasmissione della spinta.

All'avanzare del fronte di scavo, i nuovi conci vengono man mano posizionati e giuntati in coda al microtunneller e trasmettono a questo la spinta. I martinetti fanno contrasto su un muro in calcestruzzo armato detto di contropinta opportunamente dimensionato, realizzato all'interno del pozzo di spinta.

Con l'avanzamento del microtunneller il materiale di scavo è sospinto all'interno dello scudo dove viene frantumato fino a dimensioni tali da poter essere trasportato all'esterno con circolazione di acqua o di acqua e bentonite in circuito chiuso.

Il sistema è guidato dall'esterno mediante una consolle di comando ubicata in un container esterno, da cui è possibile controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato.

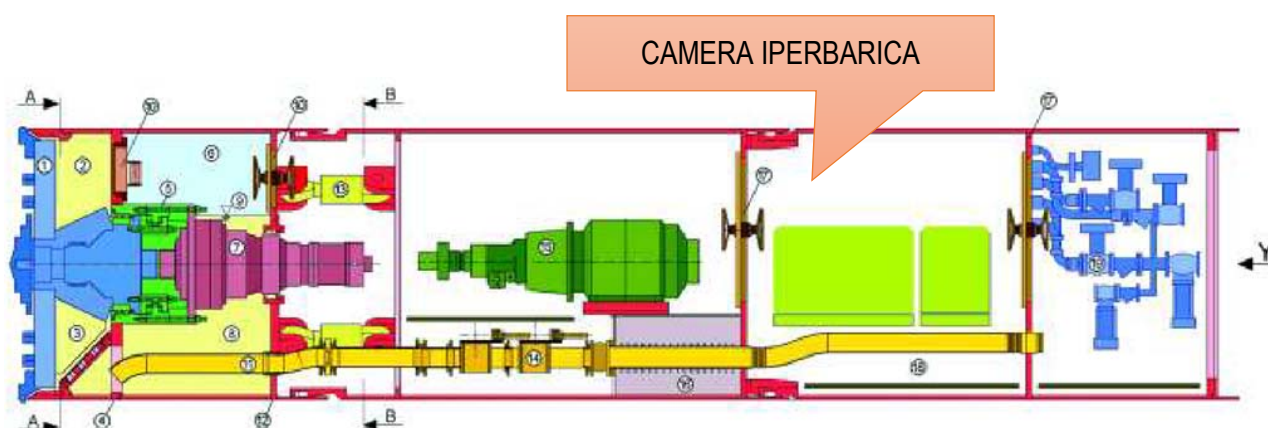
La posizione della testa fresante viene indicata in continuo da un computer che elabora le informazioni raccolte da un sistema di puntamento laser, costituito da un bersaglio fotosensibile, solidale con l'elemento di perforazione, colpito da un raggio laser originato da una sorgente ubicata nel pozzo di partenza.

L'inserimento progressivo dei conci termina quando la testa perforante emerge in corrispondenza del pozzo di arrivo. I vari conci così posati vanno a costituire un'unica tubazione che va a contenere la spinta del terreno e la falda idrica superficiale.

Per contenere le sollecitazioni agenti sulla condotta, si agisce lubrificando l'interfaccia tubo terreno, attraverso le valvole presenti nelle tubazioni, con pompaggio di miscela acqua-bentonite ed additivi, al fine di ridurre la forza di attrito tubo/terreno ed inserendo una stazione di spinta intermedia (all'incirca dopo 50 m di condotta) tra due elementi di tubazione al fine di dividere la sezione del tunnel in sezioni minori.

I tubi impiegati per l'esecuzione del microtunnelling sono previsti di sezione circolare, in cemento armato, specificatamente progettati e realizzati per la posa in opera senza scavo (No Dig - microtunnelling), DN diametro nominale interno 1800 mm, spessore parete 160-180 mm, della lunghezza utile di 3000 mm, adatti per spinta in terreno di qualsiasi natura e consistenza.

In caso di presenza di sovrappressioni esterne d'acqua, la testa di perforazione del microtunnelling sarà dotata a tergo di camera iperbarica, per permettere l'accesso di personale in sicurezza.



L'accesso del personale può risultare utile, ad esempio, qualora occorra sostituire gli utensili di scavo o riparare un guasto.

Il costo della camera iperbarica è da considerarsi compreso nel prezzo della spinta della tubazione e dell'installazione di cantiere ed è quindi a totale carico dell'Impresa.

Il microtunnelling potrà essere provvisto di stazioni di spinta intermedie (*intermediate jacking stations*), costituite da corone di martinetti idraulici interposti nel treno di conci in sezioni prestabilite, qualora si presentassero forze di attrito molto elevate nella spinta della prima parte dell'opera.

43.57 Rivestimento delle pareti di scavo, pendici, pozzi di fondazione e/o pali (spritz-beton)

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici, di pozzi di fondazione e dei pali trivellati/secanti sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d $\geq 28/35$ MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali

da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C_3A inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di $4.500 \text{ cm}^2/\text{g}$), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;
- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;
- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} \geq 3,4$, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si espliciti sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente $18 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità richiesti.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza h/d . La stima della resistenza cubica R_c (MPa) del calcestruzzo proiettato a partire dalla resistenza compressione sui cilindri f_{cl} (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$R_c = \frac{2,5}{1,5 + 1/\lambda} \times f_{cl}$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di R_C dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione (R_{ck}) è stimata secondo quanto indicato nella normativa UNI 9858.

Per la valutazione delle resistenze a 24 h ed a 48 h (il valore ottenuto sarà definito come resistenza stimata " R_{stim} ") si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8L preselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI 6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).
- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio HRC55.5 $\pm$ 1, diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di 5÷13 μ m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di $\pm$ 100 N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato in "Linee guida per il calcestruzzo proiettato" (ed. Austrian Concrete Society - ed. 1997).

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a:

R_{stim} a 24 h $\geq$ 10 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

R_{stim} a 48 h $\geq$ 15 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Negli attimi precedenti alla proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dalle presenti Norme Tecniche.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata R_{stim} saranno eseguite dal personale tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Impresa la quale dovrà farsi carico di tutti gli oneri relativi alle prove eseguite.

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori ed i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme, per le modalità di confezionamento, messa in opera e verifica delle resistenze si farà costante riferimento alle raccomandazioni europee EFNARC (final draft) versione ottobre 1993, ed "Linee guida per il calcestruzzo spruzzato" Austrian Concrete Society ed. 1997, nella attesa che sia pubblicata la corrispondente Normativa Italiana, attualmente in fase di redazione.

Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate o, in alternativa, con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione (f) $\geq$ di 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente (f_p 0,2) $\geq$ 900 MPa ed allungamento minimo $\leq$ del 2,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, si determinerà, con frequenza settimanale la quantità d'energia assorbita mediante punzonamento su piastra. Tale valore dovrà risultare $\geq$ 500 joule.

La rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme.

Qualora la classe di resistenza a 28 d non sarà $\geq$ 28/35 MPa, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori minimi rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non terrà conto della lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

soggezioni geotecniche ed ambientali

Nell'esecuzione delle lavorazioni si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano.

I materiali che vengono proiettati dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali

dello spritz-beton, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della posa in opera indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

tolleranze geometriche

Tutte gli interventi in spritz-beton dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali (spessore, area, ecc.), accettando una riduzione sullo spessore minimo riscontrato in opera pari a S/10.

descrizione e modalità esecutive

Lo spritz-beton è calcestruzzo proiettato in posto ad alta velocità e compattato mediante la propria forza di getto. Sarà eseguito con modalità atte ad assicurare buone condizioni igieniche dell'ambiente di lavoro. La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa fra 0.5 m e 1.50 m. Ponteggi ed opere provvisorie analoghe sono a carico dell'impresa.

Fibre di rinforzo

Le fibre di rinforzo del calcestruzzo, se previste dal progetto, saranno realizzate in filo d'acciaio trafilato a basso tenore di carbonio, uncinato alle estremità, ed avranno le seguenti caratteristiche:

- $R_{ak} > 1100 \text{ N/mm}^2$ (R_{ak} = Resistenza massima a trazione del filo);
- L compresa tra 20 e 40 mm (L = Lunghezza della singola fibra);
- L/D maggiore di 60 (L/D = Rapporto lunghezza e diametro della fibra);
- contenuto fibre 30 Kg/m³.

Rete elettrosaldata

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio della rete, con almeno 2 chiodi/m², su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 cm, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

La distanza fra l'armatura e la parete da stabilizzare dovrà essere compresa fra 2 e 5 cm.

La rete elettrosaldata prevista è caratterizzata da un peso di almeno 4 kg/m².

Si prevede rete D6 maglia 100x100 mm.

Tipologia	Ø Fili mm	Maglia mm	Sezione mm ² / m	Numero Fili		Peso	
				Long.	Trasv.	Totale kg	kg / m ²
510/1	5	100 x 100	196	20	30	18,48	3,08
515/1	5	150 x 150	131	14	20	12,62	2,10
520/1	5	200 x 200	98	10	15	9,24	1,54
610/1 AD	6	100 x 100	283	20	30	26,60	4,43
615/1 AD	6	150 x 150	189	14	20	18,20	3,03
620/1 AD	6	200 x 200	142	10	15	13,32	2,22
810/1 AD	8	100 x 100	502	20	30	47,38	7,90
815/1 AD	8	150 x 150	335	14	20	32,35	5,37
820/1 AD	8	200 x 200	252	10	15	23,67	3,95
1020/1 AD	10	200 x 200	393	10	15	37,02	6,17

Getto su pali e riempimento dei vani

Il getto contro pali trivellati, pali secanti e micropali, dovrà essere tale da riempire tutti i vuoti ed i vani creati dalla curvatura della parete e dal susseguirsi delle forme/sezioni curvilinee (semicircolari) dei pali. Ogni onere è compreso nella voce di elenco prezzi. Compresi i maggiori quantitativi di riempimento rispetto allo spessore dichiarato.

43.58 Palancole tipo Larssen

Le palancole Larssen sono eseguite a contorno e a difesa degli scavi per fondazione e a completa tenuta d'acqua; avranno caratteristiche: peso, lunghezza e profilo secondo quanto previsto in progetto e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla spinta delle terre, non lascino filtrare acqua dalle pareti.

Comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti.

La palanca, che di norma è recuperata, dovrà essere infissa mediante attrezzature speciali fino alla quota prevista, facendo anche ricorso durante le operazioni di infissione all'esecuzione di perforazioni a distruzione di nucleo in corrispondenza dei giunti di connessione tra un profilo e l'altro al fine di facilitare l'infissione stessa; le sue superfici saranno protette da un adeguato rivestimento di bitume; eventuali sfridi dovuti a guasti nelle operazioni di infissione o di estrazione o ad impossibilità di recupero per qualsiasi motivo, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Al fine di garantire l'integrità del rilevato ferroviario, si prevede l'infissione statica (Silent Piling) o infissione a pressione che avviene senza emissioni di vibrazioni e con basse emissioni rumorose (60 dB) e quindi è idonea per eseguire interventi nelle vicinanze di costruzioni ed infrastrutture sensibili.

La pressa idraulica (Silent Piler) è priva di eccentrici presenti invece nei classici vibro-infessori e non genera vibrazioni durante l'infissione delle palancole.

La pressa ha una struttura costituita di un carrello, dove sono collocate tre pinze che le permettono di ancorarsi agli elementi della paratia già infissi, e di un mandrino con all'interno una quarta morsa per afferrare ogni nuova palanca da posare.

La pressa affonda senza vibrazioni la palanca nel terreno esercitando sulla stessa una forza di spinta ricavata dalla resistenza all'estrazione dei tre profili precedentemente infissi e a cui la macchina si ancora con le pinze sul carrello. Le due ganasce costituenti la morsa dentro al mandrino stringono la palanca e la infiggono nel sottosuolo, muovendosi dall'alto al basso lungo due pistoni-guida; arrivate a fine corsa le

ganasce liberano la palancola e si riportano in alto per ripetere più volte lo stesso processo, fino a quando la testa della palancola è intestata alla quota di progetto.

Qualora necessario si opererà operando dei pre-fori (Super Crush Mode) oppure accoppiando la pressa con una unità di acqua ad alta pressione (Water Jetting Mode) capace di “rompere” gli strati più difficili.

In merito alla posa delle palancole, per la realizzazione delle camere di monte e di valle del microtunnelling, al fine di garantire l'integrità del rilevato ferroviario, si prevede l'infissione statica (Silent Piling) o infissione a pressione che avviene senza emissioni di vibrazioni e con basse emissioni rumorose (60 dB) e quindi è idonea per eseguire interventi nelle vicinanze di costruzioni ed infrastrutture sensibili.

La pressa idraulica (Silent Piler) è priva di eccentrici presenti invece nei classici vibro-infissori e non genera vibrazioni durante l'infissione delle palancole.

La pressa ha una struttura costituita di un carrello, dove sono collocate tre pinze che le permettono di ancorarsi agli elementi della paratia già infissi, e di un mandrino con all'interno una quarta morsa per afferrare ogni nuova palancola da posare.

La pressa affonda senza vibrazioni la palancola nel terreno esercitando sulla stessa una forza di spinta ricavata dalla resistenza all'estrazione dei tre profili precedentemente infissi e a cui la macchina si ancora con le pinze sul carrello. Le due ganasce costituenti la morsa dentro al mandrino stringono la palancola e la infiggono nel sottosuolo, muovendosi dall'alto al basso lungo due pistoni-guida; arrivate a fine corsa le ganasce liberano la palancola e si riportano in alto per ripetere più volte lo stesso processo, fino a quando la testa della palancola è intestata alla quota di progetto.

Qualora necessario si opererà operando dei pre-fori (Super Crush Mode) oppure accoppiando la pressa con una unità di acqua ad alta pressione (Water Jetting Mode) capace di “rompere” gli strati più difficili.

Ogni onere sopra descritto, compresi il Super Crush Mode ed il Water Jetting Mode sono compresi nei prezzi di progetto e pertanto a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

Funzionamento pressa idraulica

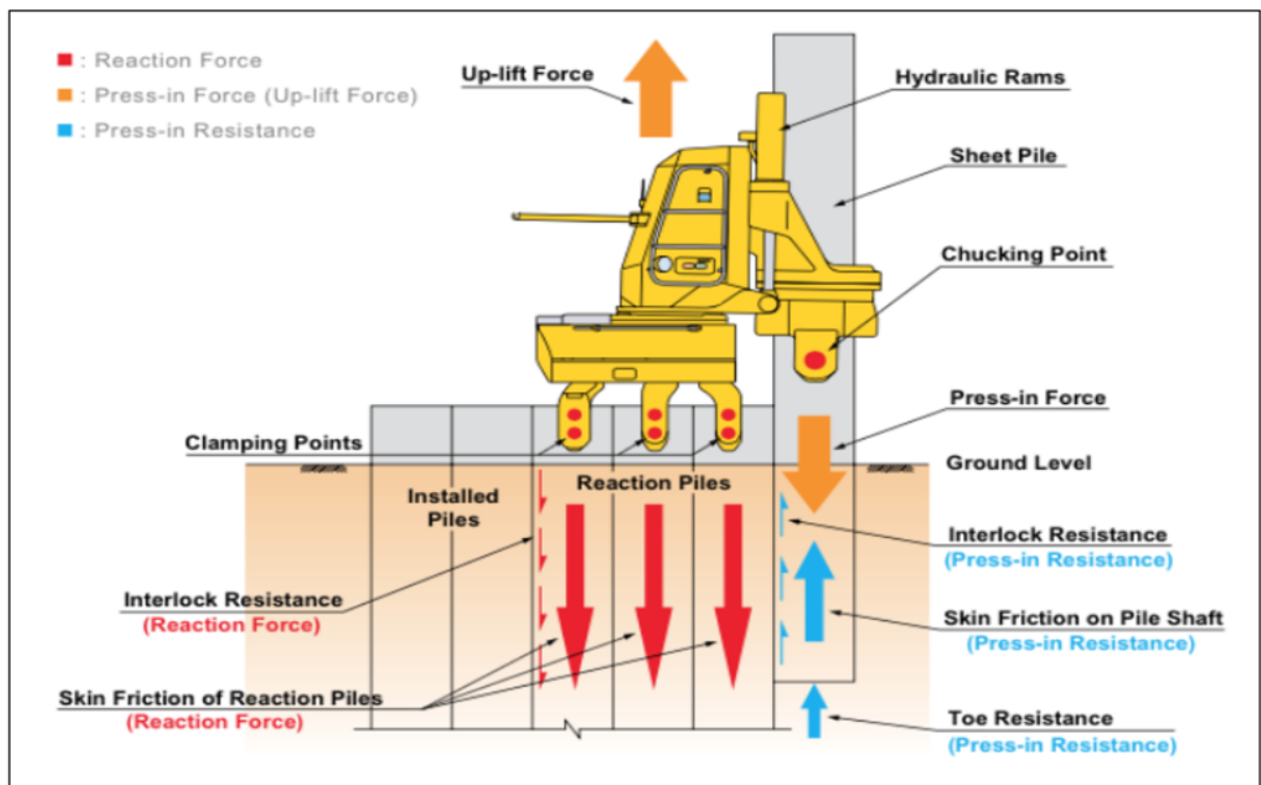
La pressa ha una struttura costituita di un carrello, dove sono collocate tre pinze che le permettono di ancorarsi agli elementi della paratia già infissi, e di un mandrino con all'interno una quarta morsa per afferrare ogni nuova palancola da posare.

La pressa affonda senza vibrazioni la palancola nel terreno esercitando sulla stessa una forza di spinta ricavata dalla resistenza all'estrazione dei tre profili precedentemente infissi e a cui la macchina si ancora con le pinze sul carrello. Le due ganasce costituenti la morsa dentro al mandrino stringono la palancola e la infiggono nel sottosuolo, muovendosi dall'alto al basso lungo due pistoni-guida; arrivate a fine corsa le ganasce liberano la palancola e si riportano in alto per ripetere più volte lo stesso processo, fino a quando la testa della palancola è intestata alla quota di progetto.

La pressa riesce ad avanzare in modo autonomo sul palancolato, sostenendosi ogni volta all'ultimo profilo non

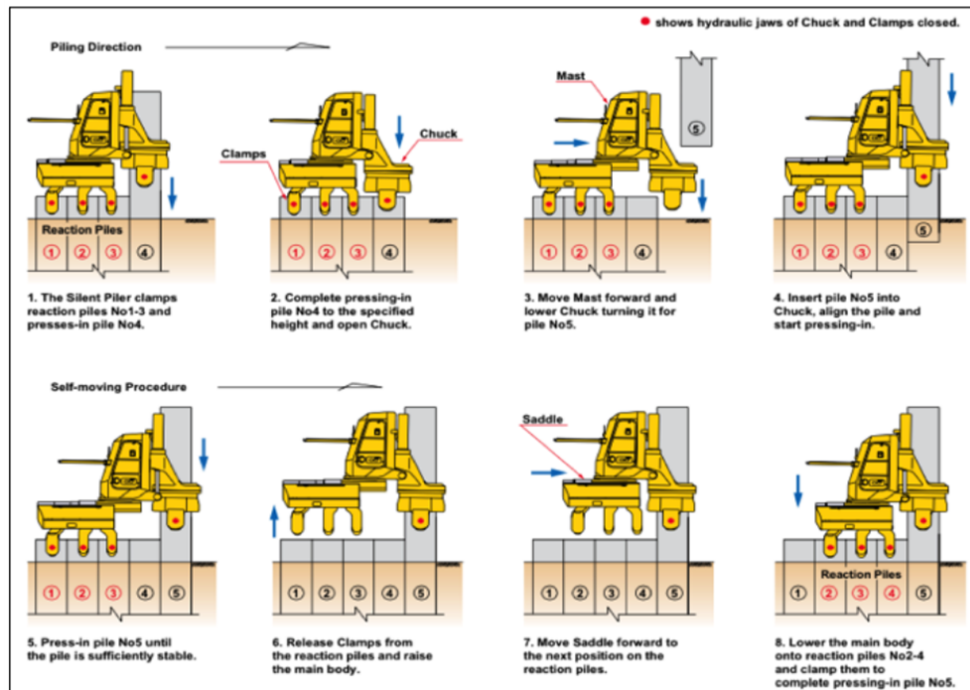
ancora completamente affondato e slittando il carrello in avanti, così da potersi vincolare con le morse ai tre elementi precedenti, poi è libera di concludere l'installazione dell'ultimo elemento.

Vedere schema di funzionamento seguente.



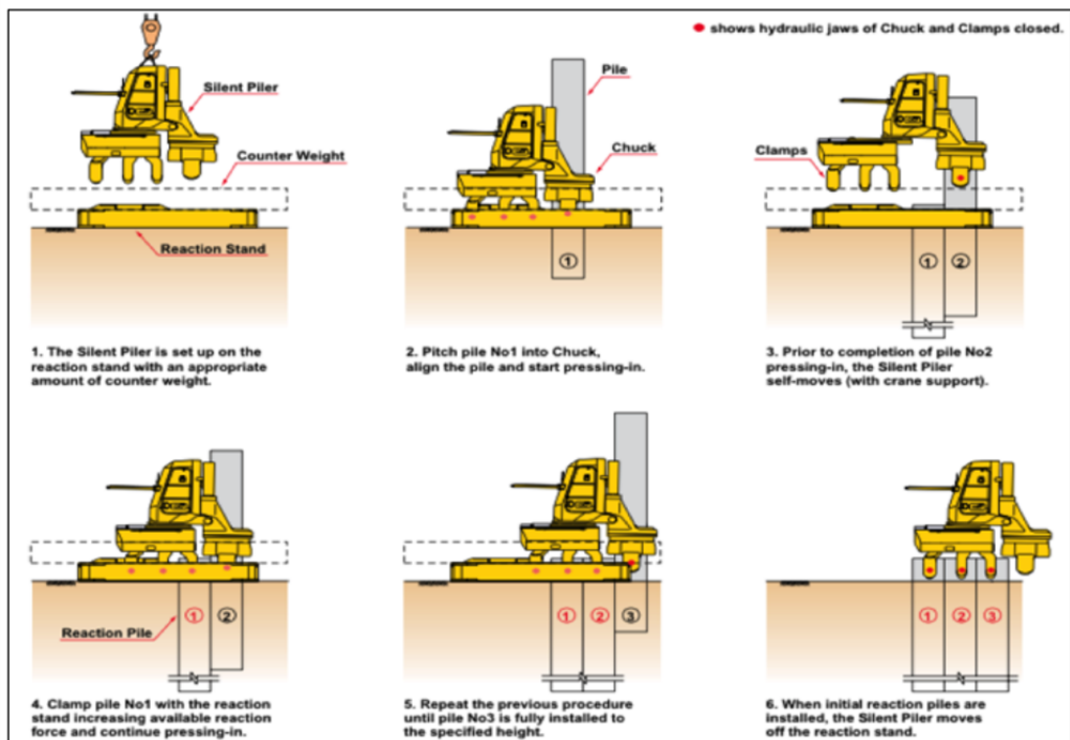
In fase iniziale per posare le prime tre palancole, la pressa si appoggia ad una unità di reazione “REACTION STAND” opportunamente zavorrata e avanza ancorandosi all’ultima palanca infissa scivolando in avanti. Infisse tre palancole, si stacca dal supporto di reazione e si sposta autonomamente sul palancolato per l’infissione degli elementi successivi.

Fase successiva: la pressa sul palancoleto

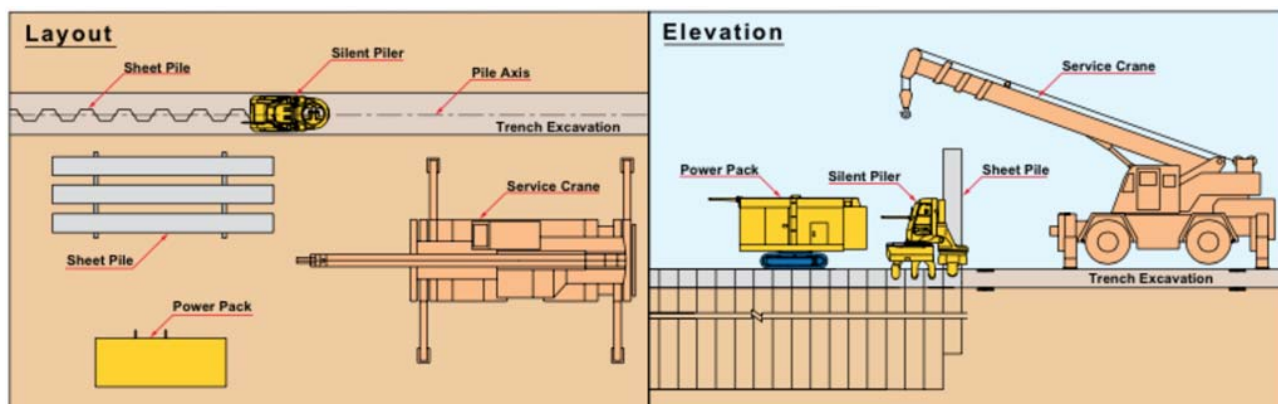


L'alimentazione delle palancole alla pressa è eseguita con una gru di sollevamento

Fase iniziale: la pressa sul reaction stand



Segue lay-out di cantiere



E' possibile monitorare in tempo reale la forza di spinta da esercitare in fase di infissione e/o estrazione , la profondità di penetrazione e le tempistiche operative con un software scaricato su computer portatile e connesso alla centralina idraulica.

Questa applicazione permette di individuare istante per istante variabilità nella stratigrafia del terreno o anomalie generate dalla presenza di eventuali trovanti in una stratificazione omogenea.

L'azienda esecutrice dovrà disporre di un software di calcolo per valutare i limiti di utilizzo della pressa idraulica intesi come stima della forza di spinta in tonnellate che la macchina esercita a ogni profondità, valutata sulla base dei valori N_{spt} ottenuti da prove penetrometriche dinamiche in sito che è tenuta ad eseguire all'interno di un campo prova. La forza di spinta massima esercitabile dalla pressa idraulica è pari a circa 100 ton e imposto questo limite di utilizzo, si riesce a prevedere se è necessario intervenire con combinazione di acqua ad alta pressione (W/J) o con l'esecuzione di pre-fori (P/A).

Se il terreno dovesse presentare una resistenza alla penetrazione elevata l'impresa dovrà intervenire con:

1. Water Jetting Mode;
2. Pre-fori con trivella / Super Crush Mode

1) associando alla pressa una unità a getto d'acqua ad alta pressione (350 l/min. a 150 bar), con sistema JET REEL, per aumentare le prestazioni della pressa in fase di infissione. Una lancia è saldata con un piatto di fissaggio alla palancola ed entrambe vengono inserite nel terreno simultaneamente. Una volta raggiunta la profondità desiderata, la lancia è rimossa e poi riutilizzata;

2) eseguendo dei pre-fori a distruzione di nucleo con trivella specifica, montata su escavatore, e fino a profondità adeguata prima dell'infissione delle palancole e in corrispondenza della posizione di posa delle stesse. Molte volte si interviene tranciando il terreno senza asportare però materiale dal foro, eseguendo un movimento di rotazione e contro-rotazione in successione della punta di trivellazione, così da allentare il terreno senza eseguire un foro vuoto. Solo una piccola quantità di terra è portata in superficie per permettere la penetrazione della trivella.

Tutti gli oneri derivanti dalle predette e succitate operazioni sono a completo carico dell'Impresa appaltatrice.

43.59 Trattamenti colonnari di terra stabilizzata jet-grouting

Generalità

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua - cemento immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dall'Ufficio di Direzione Lavori e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

Vengono innanzitutto distinte tre diverse tipologie di iniezione per la realizzazione delle colonne di terra stabilizzata jet-grouting:

- Sistema di gettiniezione normale o monofluido

È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, normalmente miscele di acqua e cemento, eventualmente con aggiunte di bentonite e/o additivi.

È possibile ottenere colonne di terreno trattato di diametro variabile da 35÷40 cm in terreni coesivi sino a 80 cm in terreni incoerenti.

- Sistema di gettiniezione bifluido

Si basa sul presupposto secondo il quale il raggio di azione di un getto di un liquido aumenta notevolmente se questo è contornato da un getto anulare di aria di velocità almeno pari.

I fluidi utilizzati sono una miscela di acqua-cemento (con eventualmente bentonite e/o additivi) e aria. L'iniezione avviene radialmente alla batteria di aste attraverso due ugelli coassiali: dall'ugello centrale fuoriesce il getto della miscela cementizia a circa 150÷200 m/s, mentre l'aria viene iniettata dall'ugello estremo anulare ad una velocità di circa 300 m/s.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 160÷180 cm in terreni incoerenti granulari.

- Sistema di gettiniezione trifluido

Vengono utilizzati tre fluidi: acqua e aria ad altissima velocità (300÷350 m/s), e una miscela cementizia a media velocità (50÷80 m/s). I primi due fluidi vengono iniettati nel terreno a mezzo di due ugelli coassiali con la stessa metodologia descritta per i jet bifluido, con la funzione di disaggregare il terreno; la miscela cementizia viene invece iniettata da un ugello situato al di sotto dei primi due.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 180÷200 cm in terreni incoerenti granulari.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- la perforazione a vuoto;
 - la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica;
- che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

Tolleranze

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%;
- la lunghezza non dovrà differire di $\cong 15$ cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

Sistema di gettiniezione normale o monofluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste e del monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 70 mm e formata da tubi in acciaio di grosso spessore atti a resistere a forti pressioni interne, con giunzioni filettate tali da garantire la tenuta idraulica. La parte inferiore deve quindi essere collegata al monitor porta ugelli sopra descritto.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento tipo 425, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con impiego eventuale di additivi secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 350 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 10÷20 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 2÷6 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare $\cong 10$ MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg nei terreni coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati delle eventuali colonne prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

Sistema di gettiniezione bifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm

superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nei fori la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da due tubi in acciaio concentrici in maniera tale che nel tubo centrale venga convogliata la miscela ad altissima pressione, mentre nello spazio anulare periferico venga inviata l'aria compressa; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela cementante, di caratteristiche analoghe a quella descritta al punto L.2.3, deve essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa; l'aria compressa deve essere iniettata a pressioni pari a 0,7÷1,7 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene immesso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷10 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare $\geq$ MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

Sistema di gettiniezione trifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da tre tubi in acciaio concentrici predisposti in modo tale che nel tubo centrale venga convogliata l'acqua ad altissima pressione, nello spazio anulare intermedio l'aria compressa ed in quello periferico la miscela; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La pressione di iniezione dell'acqua dovrà essere superiore a 40 MPa, quella della miscela di 2÷7 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre aria, acqua e miscela

fuoriescono dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione e risalita a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷7 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare ≥ 8 Mpa a 28 gg. nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 Mpa a 40 gg. negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove. Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, con la sola differenza che in questa fase non verrà iniettata la miscela.

Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa. Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

Documentazione lavori

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

Controlli

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni

- 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale $\cong 100$ mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza $\cong 100$ mm:

$$R.Q.D.\% = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \cong 100mm}{\text{Lunghezza perforata}} \times 100$$

L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche:
posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;
- valore di R.Q.D.;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

43.60 Diaframmi sottili eseguiti con il metodo jet-grouting monodirezionale

Il trattamento di jet-grouting a due componenti (miscela acqua/cemento e aria), va effettuato eseguendo la perforazione a rotazione in modo tradizionale, ed eseguendo l'iniezione in pressione (40 MPa), durante la risalita, senza rotazione. Prima di iniziare l'iniezione, si dirigeranno i getti di miscela nella posizione voluta. Normalmente gli ugelli vanno posizionati con angolazione di 15° rispetto all'asse della paratia da realizzare, in modo contrapposto tra una perforazione e l'altra, distanziate queste di $2,5 \div 3$ m.

Durante la perforazione verrà inviata aria ad una pressione di circa 1,2 MPa per evitare che gli ugelli si intasino.

Potrà essere utilizzato un fango bentonitico al $2 \div 3\%$ con velocità di avanzamento circa uguale a 4 m/min.

Terminata la perforazione verranno posizionati gli ugelli del monitor in modo tale che i getti di miscela risultino

direzionati in modo corretto.

Terminato il posizionamento dei getti, inizia la risalita del monitor e l'iniezione senza rotazione.

Il tipo di cemento da utilizzare è il 325 pozzolanico e la quantità è di 350 kg/m³ circa.

La miscela acqua/cemento, ad un rapporto 1/1, deve essere inviata attraverso una pompa ad una pressione pari a 40 MPa. L'aria va inviata, mediante un compressore, ad una pressione di 1,2 MPa.

La velocità di risalita sarà di circa 0,5 cm/s.

Qualora disposto dall'Ufficio di Direzione Lavori la miscela di risulta potrà essere utilizzata per la formazione di un muro di rinforzo per l'argine, in tal caso si provvederà a , sempre con l'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori, scavare una trincea profonda 2 m, larga 0,6m e lunga 3 m, prima di iniziare ogni perforazione. La perforazione verrà effettuata quindi all'interno della trincea che, alla fine, verrà riempita con il fango di risulta che, una volta indurito, costituirà un muro di rinforzo per l'argine stesso.

Lo spessore minimo dovrà essere pari a 10÷15 cm. Per i controlli e la documentazione dei lavori si dovrà fare riferimento a quanto riportato al punto L.12.7 e L.12.8.

43.61 Paratoie in acciaio INOX

Paratoia 140x140 cm

Provvista e posa di paratoia rettangolare a scorrimento verticale, composta da doppia lente nervata od a struttura cellulare anche in elementi componibili (diaframma in lamiere di acciaio irrigidite da profilati disposti in modo da resistere uniformemente alla pressione), completa di attacchi superiori per il collegamento alla vite di manovra vite senza fine, argani, traversa superiore rinforzata, telaio perimetrale, soglia inferiore etc; tutti i componenti del telaio e delle attrezzature accessorie sono previsti in acciaio inox AISI 304; la paratoia e' prevista in acciaio acciaio inox AISI 304.

Tenute laterali e di soglia in neoprene applicati al diaframma mediante viti in acciaio inox con piatto inox di ripartizione del carico.

Viti in acciaio C45, per la manovra del diaframma, con attacco ad occhiello e copertura asportabile a protezione della filettatura del tipo a vite non saliente.

Albero su cuscinetti a rotolamento; lubrificazione a bagno di grasso.

Gargamatura di tenuta e di guida in profilati di acciaio pressopiegati adeguatamente dimensionati.

Manovella per manovra a mano. Perno di predisposizione utilizzo attuatori portatili a batteria o servomotori diesel.

Tutte le apparecchiature e loro particolari componenti sono costruite con materiali di prima scelta adatti nella loro funzione per ogni singolo particolare e precisamente: chiocciolate madreviti in bronzo B14.

Bulloneria di connessione e per viti di fissaggio guarnizioni in acciaio AISI 304.

Guarnizioni di tenuta in profilati speciali in neoprene di durezza adeguata.

Cuscinetti portanti e reggispira di primaria marca.

DATI CARATTERISTICI PARATOIA:

-luce netta 1400 mm

-altezza diaframma 1400 mm

-carico idrostatico max 3500 mm

-tenuta perimetrale lati 4

Caratteristiche tecniche della fornitura:

n. 1 paratoia da m 1,4 x 1,4 h (max compreso nel prezzo 1,7 x 1,7) carico idrostatico dal fondo 3,5 m - a 1 vite saliente, scorrimento strisciamento con copristelo;

Sono compresi trasporti, installazioni a regola, predisposizione per inserimento attuatore elettrico, collegamenti meccanici, opere murarie ed oneri vari, il tutto per fornire l'opera completa e funzionante a regola d'arte.

Paratoia 100x100 cm

Provvista e posa di paratoia rettangolare a scorrimento verticale, composta da doppia lente nervata od a struttura cellulare anche in elementi componibili (diaframma in lamiere di acciaio irrigidite da profilati disposti in modo da resistere uniformemente alla pressione), completa di attacchi superiori per il collegamento alla vite di manovra vite senza fine, argani, traversa superiore rinforzata, telaio perimetrale, soglia inferiore etc; tutti i componenti del telaio e delle attrezzature accessorie sono previsti in acciaio inox AISI 304; la paratoia e' prevista in acciaio acciaio inox AISI 304.

Tenute laterali e di soglia in neoprene applicati al diaframma mediante viti in acciaio inox con piatto inox di ripartizione del carico.

Viti in acciaio C45, per la manovra del diaframma, con attacco ad occhiello e copertura asportabile a protezione della filettatura del tipo a vite non saliente.

Albero su cuscinetti a rotolamento; lubrificazione a bagno di grasso.

Gargamatura di tenuta e di guida in profilati di acciaio pressopiegati adeguatamente dimensionati.

Manovella per manovra a mano. Perno di predisposizione utilizzo attuatori portatili a batteria o servomotori diesel.

Tutte le apparecchiature e loro particolari componenti sono costruite con materiali di prima scelta adatti nella loro funzione per ogni singolo particolare e precisamente: chiocciolate madreviti in bronzo B14.

Bulloneria di connessione e per viti di fissaggio guarnizioni in acciaio AISI 304.

Guarnizioni di tenuta in profilati speciali in neoprene di durezza adeguata.

Cuscinetti portanti e reggispira di primaria marca.

DATI CARATTERISTICI PARATOIA:

-luce netta 1000 mm

-altezza diaframma 1000 mm

-carico idrostatico max 3500 mm

-tenuta perimetrale lati 4

Caratteristiche tecniche della fornitura:

n. 1 paratoia da m 1,0 x 1,0 h (dimensioni massime comprese nel prezzo 1,3 x 1,3) carico idrostatico dal fondo 3,5 m - a 1 vite saliente, scorrimento strisciamento con copristelo;

Sono compresi trasporti, installazioni a regola, predisposizione per inserimento attuatore elettrico, collegamenti meccanici, opere murarie ed oneri vari, il tutto per fornire l'opera completa e funzionante a regola d'arte.

43.62 Paratoie di dimensioni maggiori a 140x140 cm

Provvista e posa di paratoia rettangolare a scorrimento verticale, composta da doppia lente nervata od a struttura cellulare anche in elementi componibili (diaframma in lamiere di acciaio irrigidite da profilati disposti in modo da resistere uniformemente alla pressione), completa di attacchi superiori per il collegamento alla vite di manovra vite senza fine, argani, traversa superiore rinforzata, telaio perimetrale, soglia inferiore etc;

tutti i componenti del telaio e delle attrezzature accessorie sono previsti in acciaio inox AISI 304; la paratoia e' prevista in acciaio acciaio inox AISI 304.

Tenute laterali e di soglia in neoprene applicati al diaframma mediante viti in acciaio inox con piatto inox di ripartizione del carico.

Viti in acciaio C45, per la manovra del diaframma, con attacco ad occhiello e copertura asportabile a protezione della filettatura del tipo a vite non saliente.

Albero su cuscinetti a rotolamento; lubrificazione a bagno di grasso.

Gargamatura di tenuta e di guida in profilati di acciaio pressopiegati adeguatamente dimensionati.

Manovella per manovra a mano. Perno di predisposizione utilizzo attuatori portatili a scoppio o servomotori diesel.

Tutte le apparecchiature e loro particolari componenti sono costruite con materiali di prima scelta adatti nella loro funzione per ogni singolo particolare e precisamente: chiocciolate madreviti in bronzo B14.

Bulloneria di connessione e per viti di fissaggio guarnizioni in acciaio AISI 304.

Guarnizioni di tenuta in profilati speciali in neoprene di durezza adeguata.

Cuscinetti portanti e reggispira di primaria marca.

La paratoia è compresa di attuatore elettrico e di sensori di livello (piezoresistivo, galleggiante ed ultrasuoni) per l'automazione della movimentazione (predisposta per alimentazione ENEL o da gruppo elettrogeno non compreso).

Sono compresi trasporti, installazioni a regola, attuatore elettrico, collegamenti meccanici ed elettrici, cavidotti, quadro elettrico, quadro generale innesto alimentazione da gruppo elettrogeno, opere murarie ed oneri vari, il tutto per fornire l'opera completa e funzionante a regola d'arte.

43.63 Collaudi e prove sulle condotte

I collaudi idraulici dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni e le procedure definite dalla Norma UNI EN 545:2010.

Il carico della condotta principale avverrà mediante i punti di allacciamento indicati dal Committente.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e la posa temporanea degli sfiati lungo linea, nei pozzetti ove sarà previsto il montaggio degli sfiati nella configurazione definitiva della condotta, la manodopera, i mezzi d'opera ed il coordinamento delle operazioni con il Committente ed ogni onere connesso alla esecuzione della prova.

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire, immediatamente dopo la posa della condotta, la costruzione dei relativi ancoraggi e dei blocchi previsti in progetto, al fine di poter procedere con la messa in pressione del sistema. Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte del Committente; nel caso in cui l'Appaltatore non abbia provveduto tempestivamente a realizzare i tratti di acquedotto per l'interconnessione alle fonti di approvvigionamento previste in progetto, Egli dovrà provvedere a sua cura e spese al rifornimento dell'acqua per il riempimento delle tubazioni.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le

prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

La prova avrà la durata minima di 24 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.

Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.

I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore inoltre non potrà rivendicare ulteriori oneri rispetto al compenso previsto in contratto, per i rallentamenti delle operazioni di posa della condotta dovuti alla esecuzione delle prove di tenuta intermedie. Non sarà consentito procedere con la posa di ulteriori tratti di condotta fino al raggiungimento dell'esito positivo della prova idraulica intermedia.

Le operazioni di prova idraulica intermedia o di collaudo idraulico in campo saranno supervisionate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, che potrà ordinarne l'esecuzione o la ripetizione fino al raggiungimento dell'esito finale positivo.

Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

I relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del Collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Prove delle condotte in acciaio

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'Appaltatore e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione).

Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Il Committente potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte del Committente; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le tubazioni saranno sottoposte ad una pressione pari a **1.5 volte** la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar.

La prova avrà la durata minima di 24 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.

Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.

I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accurata dei giunti di monte e di valle dell'attraversamento. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti di monte e valle attraversamento e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.

43.64 Tecnologia prevista per la realizzazione dell'attraversamento linea RFI e strada statale: Microtunnelling

La tecnologia del microtunnelling si può considerare un'evoluzione dello "spingitubo" e ricorda quella della TBM, infatti la trivellazione è effettuata mediante l'utilizzo di una testa fresante a piena sezione. Il suo impiego è rivolto soprattutto verso impianti che richiedono un elevato grado di precisione. Infatti con questa tecnologia si possono installare condotte con una tolleranza, sia altimetrica che planimetrica, di pochi centimetri.

La posa in opera delle tubazioni è prevista mediante l'impiego di una fresa telecomandata dotata di testa fresante chiusa guidata dall'esterno (diametro perforazione 2.700 mm). Le tubazioni vengono infisse senza arrecare nessun disturbo in superficie, fatta eccezione per i pozzi di testa (spinta-arrivo) e la perforazione avverrà a sezione piena con sostentamento meccanico/idraulico del fronte di scavo onde evitare la decompressione del terreno e gli eventuali cedimenti in superficie. I materiali di risulta saranno portati in superficie mediante un sistema di smarino a circolazione idraulica attraverso il quale il materiale scavato sarà trasportato idraulicamente in un container. Il controllo della pendenza e della posizione della testa sarà effettuato in continuo mediante l'impiego di sorgente laser posta nel pozzo di partenza su idonea mira

fotosensibile solidale alla testa fresante e i dati di posizione ed inclinazione, rilevati elettronicamente, saranno protocollati con stampante collegata al sistema.

Eventuali correzioni nel corso della perforazione saranno eseguite mediante utilizzo di martinetti idraulici azionabili singolarmente che agiscono sulla testa fresante. La testata di perforazione dovrà essere adatta ad ogni tipo di terreno, compresa la presenza di trovanti.

L'utilizzo di n. 1 stazione intermedia di spinta, costituita ciascuna da martinetti idraulici (minimo 8 pistoni) e relativi collegamenti consentirà l'esecuzione dell'opera in un unico tiro.

L'impresa specializzata valuterà, all'interno del proprio POS, l'utilizzo di un modulo di sicurezza (camera iperbarica) all'interno dell'attrezzatura di scavo.

Le principali parti componenti il sistema di esecuzione dei lavori previsto sono:

- il microtunneller munito di testa fresante adatta a terreni di qualsiasi tipo e consistenza
- cilindri di spinta e centrale oleodinamica
- sistema laser costituito da una sorgente e da un bersaglio
- sistema di smaltimento dello smarino costituito da una tubazione di alimentazione dell'acqua e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante, e dal tubo di smarino con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del materiale di scavo.

L'avanzamento dell'attrezzatura avviene a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti che agiscono sui tubi già installati, i quali fungono da colonna di trasmissione della spinta.

All'avanzare del fronte di scavo, i nuovi conci vengono man mano posizionati e giuntati in coda al microtunneller e trasmettono a questo la spinta. I martinetti fanno contrasto su un muro in calcestruzzo armato detto di contropinta opportunamente dimensionato, realizzato all'interno del pozzo di spinta.

Con l'avanzamento del microtunneller il materiale di scavo è sospinto all'interno dello scudo dove viene frantumato fino a dimensioni tali da poter essere trasportato all'esterno con circolazione di acqua o di acqua e bentonite in circuito chiuso.

Il sistema è guidato dall'esterno mediante una consolle di comando ubicata in un container esterno, da cui è possibile controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato.

La posizione della testa fresante viene indicata in continuo da un computer che elabora le informazioni raccolte da un sistema di puntamento laser, costituito da un bersaglio fotosensibile, solidale con l'elemento di perforazione, colpito da un raggio laser originato da una sorgente ubicata nel pozzo di partenza.

L'inserimento progressivo dei conci termina quando la testa perforante emerge in corrispondenza del pozzo di arrivo. I vari conci così posati vanno a costituire un'unica tubazione che va a contenere la spinta del terreno e la falda idrica superficiale.

Per contenere le sollecitazioni agenti sulla condotta, si agisce lubrificando l'interfaccia tubo terreno, attraverso le valvole presenti nelle tubazioni, con pompaggio di miscela acqua-bentonite ed additivi, al fine di ridurre la forza di attrito tubo/terreno ed inserendo una stazione di spinta intermedia (all'incirca dopo 50 m di condotta) tra due elementi di tubazione al fine di dividere la sezione del tunnel in sezioni minori.

I tubi impiegati per l'esecuzione del microtunnelling sono previsti di sezione circolare, in cemento armato, specificatamente progettati e realizzati per la posa in opera senza scavo (No Dig - microtunnelling), DN diametro nominale interno 2.200 mm, spessore parete 250 mm, della lunghezza utile di 2000 mm, adatti per spinta in terreno di qualsiasi natura e consistenza.

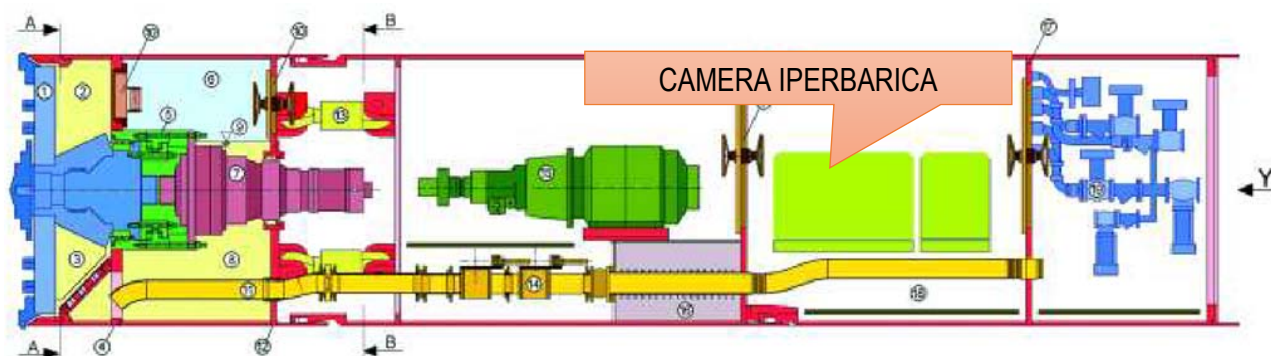
Saranno conformi alle norme ATV A 125 - ATV A 161 - UNI EN 1916 - DIN 4035 -DWA A 161, confezionati con calcestruzzo avente classe C40/50 (UNI EN 206-1), rapporto acqua/cemento max 0,45 (UNI EN 1916), Classe d'esposizione: XA1 ambiente umido debolmente aggressivo (UNI EN 206-1), reazione al fuoco: classe EURO A1, armato con doppia armatura a spirale in acciaio B450A-B450C ad aderenza migliorata e longitudinali in acciaio B450A-B450C, come da relazione di calcolo redatta dal fornitore, per impiego fondo scorrevole da -8.0 m a -4.0 m dal piano campagna al di sotto di strade di 1° categoria (NTC 2018) e linee ferroviarie RFI.

Il giunto a tenuta in acciaio S235JR sarà incorporato, smussato ed ancorato di dimensione 220x8 mm; sarà provvisto di guarnizione a sezione cuneiforme in SBR o EPDM inserita sul giunto "maschio" Hmin 25 mm per pressioni idrostatiche esterne di 3 bar conforme alle norme EN 681.1.

Trattandosi tratti di condotta in sifone e quindi soggetti ad una, seppur modesta, pressione idraulica (massimo 0,5 bar – 5 m di colonna d'acqua), peraltro controbilanciata dalla falda idrica superficiale (della medesima forza), per maggior sicurezza della stabilità, nel tempo, del rilevato ferroviario e delle strade provinciali, si è prevista una seconda sigillatura interna con doppia fascia in polietilene ancorata alle tubazioni e successivamente termosaldata o con malta sigillante.

I ganci di sollevamento inseriti nel tubo per movimentazione e posizionamento saranno atti a sopportare una portata nominale calcolata con coefficiente di sicurezza $k = 3$; il tubo sarà provvisto di anello in truciolare pressato o legname (idrofugo) di spessore 25 mm e di valvole per iniezione lubrificanti.

In caso di presenza di sovrappressioni esterne d'acqua, la testa di perforazione del microtunnelling sarà dotata a tergo di camera iperbarica, per permettere l'accesso di personale in sicurezza.



L'accesso del personale può risultare utile, ad esempio, qualora occorra sostituire gli utensili di scavo o riparare un guasto.

Il costo della camera iperbarica è da considerarsi compreso nel prezzo della spinta della tubazione e dell'installazione di cantiere ed è quindi a totale carico dell'Impresa.

Il microtunnelling potrà essere provvisto di stazioni di spinta intermedie (*intermediate jacking stations*), costituite da corone di martinetti idraulici interposti nel treno di conci in sezioni prestabilite, qualora si presentassero forze di attrito molto elevate nella spinta della prima parte dell'opera.

Il costo delle stazioni intermedie è da considerarsi compreso nel prezzo della spinta della tubazione e dell'installazione di cantiere ed è quindi a totale carico dell'Impresa.

43.65 Sistema di sostegno provvisorio dei binari

Come abitualmente richiesto dall'Ufficio Tecnico delle Ferrovie dello Stato di Torino, per il sostegno dei binari durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica dei manufatti prefabbricati e tubazioni in cemento armato sotto la sede ferroviaria, anche in considerazione del ridotto ricoprimento, si prevede la realizzazione di una struttura provvisoria di sostegno del binario realizzata con il sistema tipo "Essen" o similare per l'esecuzione di sottopassi ferroviari, idonea a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 Km/h.

Nel seguito sono descritte le principali operazioni da eseguire e le caratteristiche dimensionali delle opere in costruzione.

SPINTA PRIMA TUBAZIONE - FASE 1

FASE A (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Pre-scavo di sbancamento fino ad una quota di circa 50 cm superiore a quella della falda idrica;
- Infissione delle palancole perimetrali alla camera di varo.

FASE B (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Realizzazione del tappo di fondo - colonne di Jet-grouting diametro 100 cm con interasse 70 cm in direzione longitudinale e trasversale, di profondità pari a 9 m di cui 5 m con perforazione a vuoto e 4 m di iniezione con malta cementizia, senza armatura.

FASE C (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Realizzazione della camera in c.a.

FASE D

- installazione delle attrezzature di spinta.
- Installazione box di comando e controllo e del sistema di ricircolo dei fanghi bentonitici.

FASE E

- Infissione della tubazione (senza sistema sostegno binari per ml 65).

FASE F (contemporanea ad E)

- Realizzazione del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio.
- Predisposizione del monitoraggio della livelletta ferroviaria e dell'eventuale abbassamento dei binari.

FASE G

- Infissione della tubazione (con sistema sostegno binari per ml 35).

FASE H

- Smontaggio del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio;
- Spostamento della fresa dalla camera di arrivo alla camera di spinta.

Le suddette operazioni vengono ripetute per le fasi 2 e 3 di realizzazione delle altre due canne del sifone.

La platea di varo è costituita da una fondazione in c.a., attrezzata per consentire una corretta spinta del monolite e al contempo vincolarne la direzione ed inclinazione.

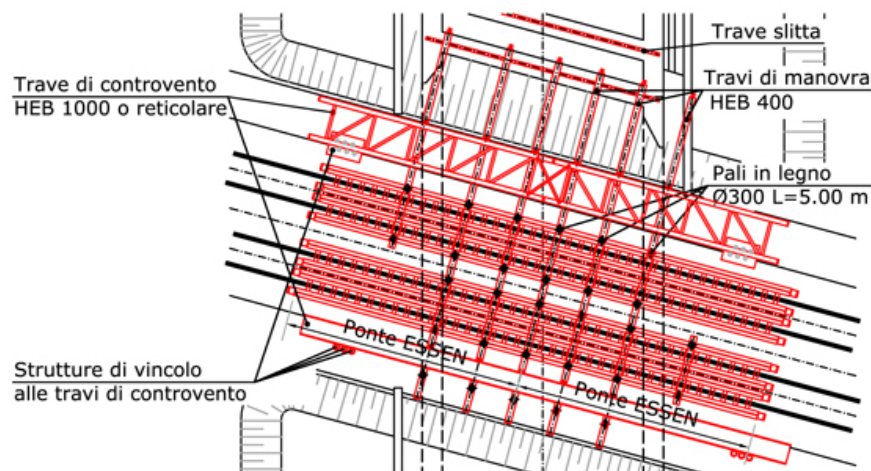
In progetto è prevista la realizzazione di una struttura provvisoria di sostegno del binario realizzata con "Sistema Essen" o similare (approvato da RFI), per l'esecuzione di tutte le attività necessarie per la posa delle tubazioni al di sotto della sede ferroviaria previste in progetto, idonea a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 km/h durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica di manufatti in cemento armato o pead o acciaio sotto la sede ferroviaria; compresi e compensati anche tutti gli oneri per lavori da eseguirsi in regime di interruzione della circolazione ferroviaria.



I **Ponti ESSEN** trovano appoggio, nella zona interessata dallo scavo in avanzamento, su travi di ripartizione trasversali (travi di manovra del tipo HEB 400) aventi lunghezza variabile in funzione della piattaforma ferroviaria, disposte sempre ortogonali ai binari ad un interasse non superiore a 2,52 m.

Dette travi scorrono, mediante opportuni dispositivi di compensazione, su travi slitta fissate sopra la soletta del monolito durante le fasi di avanzamento dello stesso.

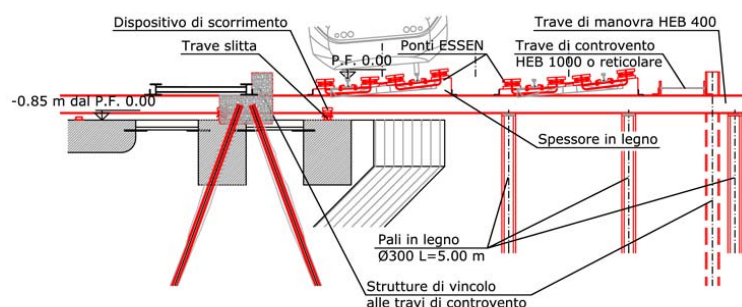
Esternamente al monolito in avanzamento i **Ponti ESSEN** trovano appoggio sul rilevato ferroviario attraverso l'armamento esistente.



Caratteristica peculiare del "**Sistema ESSEN**" è la presenza dei pali in legno che vengono infissi nel corpo del rilevato ferroviario prima di qualunque altra lavorazione sul binario allo scopo di vincolare verticalmente le travi di manovra.

Detti pali, di lunghezza minima 5,0 m e di diametro Φ 300, vengono battuti in punti singolari sotto ciascuna trave di manovra a distanza di circa 1,30 m dall'asse di ciascun binario e a distanza di circa 3,60 m dall'asse del binario lato uscita monolito. I pali sono infissi per tutta la lunghezza prefissata o sino a rifiuto.

La presenza dei pali in legno determina per le travi di manovra uno schema statico di trave continua su "n" appoggi cedevoli elasticamente; pertanto, in tale condizione di impiego, le travi di manovra possono estendersi teoricamente indefinitamente nella direzione trasversale senza necessitare di altre opere di fondazione all'estremità.



Il "**Sistema ESSEN**", infine, è vincolato nel piano orizzontale attraverso delle travi di controvento (HEB 1000, reticolari, ecc.), disposte alle due estremità delle travi di manovra ed ortogonali alle stesse; dette travi di controvento, caratterizzate da elevata rigidezza flessionale nel piano orizzontale, vengono vincolate all'esterno della zona di varo mediante opportune strutture in grado di assorbire la forza orizzontale che agisce sul "**Sistema ESSEN**" conseguente allo scorrimento delle travi di manovra sulla soletta del monolito in avanzamento.



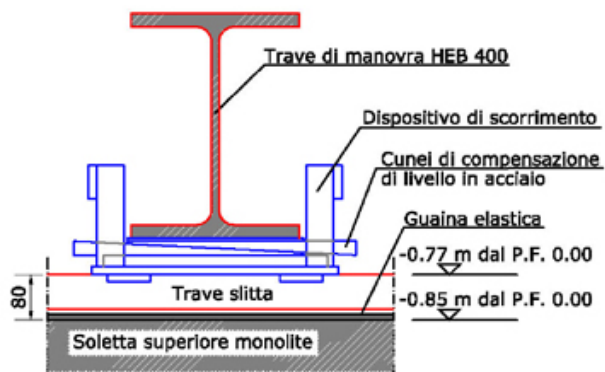
Durante la spinta il "**Sistema ESSEN**" prevede il trasferimento dei carichi ferroviari sul monolito attraverso linee di carico rappresentate dalle travi slitta disposte sulla soletta superiore del manufatto, lungo la direzione dell'asse dei binari.

A seguito dello scavo in avanzamento i pali in legno precedentemente infissi vengono via via tolti d'opera, pertanto, le travi di manovra da una parte trovano appoggio e scorrono sulle travi slitta, dall'altra poggiano sui pali in legno ancora presenti nel corpo del rilevato ferroviario non interessato dallo scavo.

Speciali "dispositivi di scorrimento" interposti tra le travi di manovra e le travi slitta consentono, attraverso l'inserimento di cunei e piatti in acciaio, di compensare gli inevitabili spostamenti verticali del monolito durante la sua traslazione. Detti "dispositivi di scorrimento" sono liberi di scorrere sulle travi slitta qualora la direzione di spinta non risultasse ortogonale all'asse dei binari.



Particolare dispositivo di scorrimento



Un'apposita Procedura di controllo e regolazione del "**Sistema ESSEN**" durante la spinta del monolite consente di assicurare valori di frecce e sgombri al binario compatibili con le prestazioni specificate. Il meccanismo di compensazione ora descritto è di particolare importanza nell'impegno del "Sistema ESSEN" poiché assicura permanentemente la stabilità di appoggio della struttura sul monolite in avanzamento ed, al contempo, consente di regolarne in continuo la posizione altimetrica in funzione degli spostamenti verticali dell'opera.

Le **FASI OPERATIVE** relative all'impiego del "**Sistema ESSEN**" possono, quindi, come di seguito essere riassunte:

1. Infissione dei pali in legno
2. Montaggio dei Ponti ESSEN
3. Montaggio delle "travi di manovra"
4. Montaggio delle "travi di controvento"
5. Spinta del monolite
6. Smontaggio del "Sistema ESSEN"

PROCEDURA DI CONTROLLO DEL BINARIO

La **ESSEN Italia** adotta da tempo una specifica procedura di controllo del "Sistema ESSEN" al fine di garantire la "**regolarità geometrica del binario**" nel corso delle lavorazioni.

Detta procedura, sviluppata e messa a punto con l'apporto fondamentale di RFI, rappresenta oggi un punto di riferimento se si vogliono ottenere elevati standard di qualità e sicurezza in tutte quelle lavorazioni che prevedono il sostegno del binario in presenza di attraversamenti ferroviari realizzati con la tecnica dell'infissione oleodinamica di manufatti prefabbricati fuori opera.

REGOLARITÀ GEOMETRICA DEL BINARIO

Per regolarità geometrica del binario si intende l'insieme delle configurazioni geometriche dello stesso compatibili con la sicurezza e la funzionalità dell'esercizio ferroviario.

Gli spostamenti d'interesse associati a dette configurazioni sono:

nel piano verticale

la deformata flessionale della rotaia, ovvero la freccia (f), riferita alla luce di lavoro (L), in genere assunta pari alla larghezza esterna del manufatto valutata lungo la direzione del binario sghembo (γ), in genere riferito ad una base di 3÷6 m

nel piano orizzontale

l'allineamento del binario (s), in genere riferito ad una base "b" di 15÷20 m, assunta pari alla distanza fra gli appoggi delle travi di controvento

I valori ammessi per gli spostamenti d'interesse associati a dette configurazioni sono stabiliti considerando, quali valori di riferimento, quelli relativi agli interventi di manutenzione del binario in esercizio (limiti per binario in lavorazione), secondo il livello di qualità geometrica del binario e la **velocità di transito dei convogli di 80 km/h** (Istruzione Tecnica R.F.I. - Emissione per verifica sperimentale del 30-11-01: "Norme Tecniche sulla qualità geometrica del binario"; Circolare S.SE/A/03/418 del 10-06-88: "Sicurezza nei confronti dello svio - Valori limite dello sghembo del binario").

COMPENSAZIONE DELLA STRUTTURA ESSEN

Per "**compensazione della Struttura ESSEN**" s'intende l'insieme di tutte le lavorazioni necessarie per assicurare, durante l'infissione oleodinamica del monolito, la regolarità geometrica del binario nell'ambito delle **tolleranze plano-altimetriche** di seguito prescritte:

in senso altimetrico, è ammessa in ogni punto del monolito una variazione di quota, rispetto alle ipotesi di progetto, non superiore al $\pm 2\%$ della lunghezza della corsa di spinta misurata.

in senso planimetrico, è ammessa una deviazione orizzontale, rispetto alle ipotesi di progetto, non superiore al $\pm 1\%$ della lunghezza della corsa di spinta misurata.

Dette tolleranze hanno valore generico e devono essere verificate, per ogni singolo intervento, sulla base delle caratteristiche dimensionali dell'opera e/o di specifiche prescrizioni progettuali.

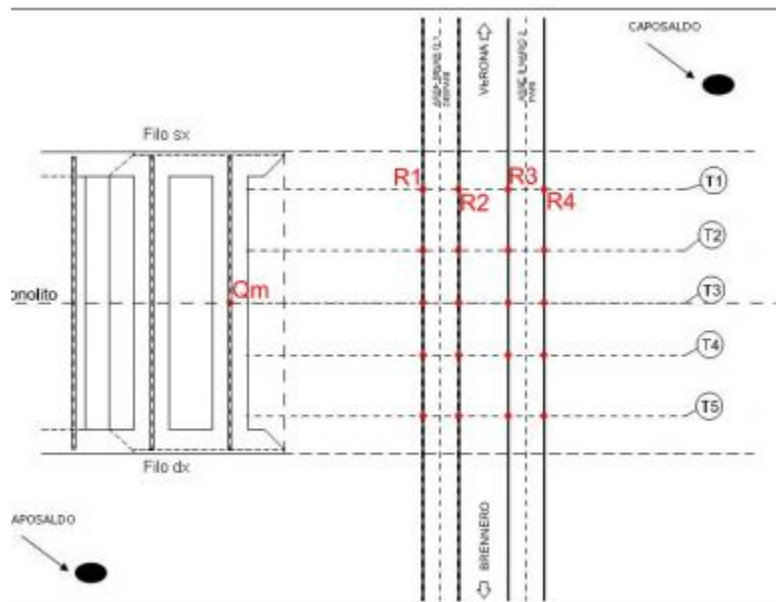
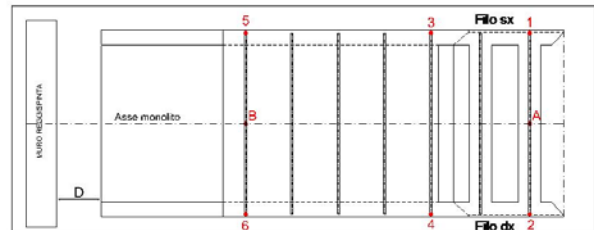
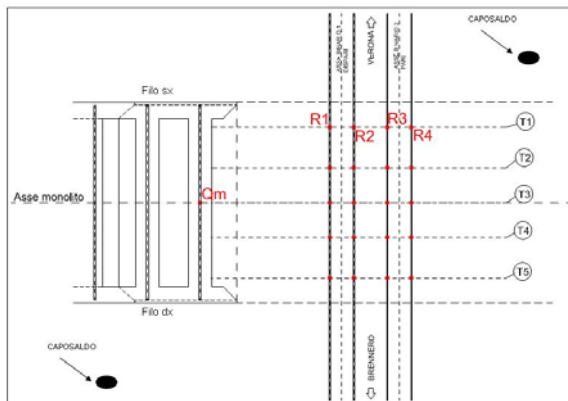
Le attività di controllo, e le conseguenti operazioni di compensazione, hanno lo scopo di monitorare e garantire la regolarità geometrica del binario prima, durante e dopo le lavorazioni (montaggio del "**Sistema ESSEN**", infissione oleodinamica del monolito e smontaggio del "**Sistema ESSEN**").

Punti di Controllo



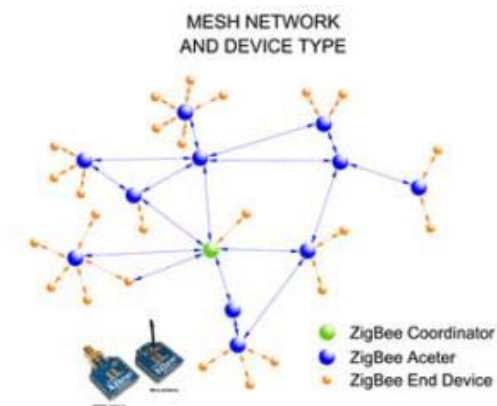
Il controllo delle grandezze geometriche d'interesse avviene attraverso l'individuazione dei seguenti punti notevoli:

- Capisaldi: punti fissi esterni alla Struttura ESSEN e al monolito assunti come "0" di riferimento;
- Sul Binario: in sezioni significative poste ogni 3 m circa;
- Sul Monolito: in 3+3 punti situati lungo i due piedritti del manufatto;
- Sulle Travi di Manovra: in punti singolari predefiniti.



Sistema di Controllo Automatico "System DELTA"

"System Delta" è un sistema di rilevamento automatico che, mediante l'impiego di sensori inclinometrici, permette di monitorare in tempo reale le deformate della struttura di sostegno che interagisce con il monolito durante le fasi di avanzamento (travi di manovra) e quindi la variazione della geometria del binario (freccia e sghembo) rispetto alla sua configurazione iniziale. La strumentazione viene posizionata, mediante idonei supporti, sulle travi di manovra in adiacenza al binario.



SYSTEM DELTA - Iter dell'attività di controllo

Le attività di controllo vengono effettuate durante tutto il periodo delle lavorazioni, secondo la procedura e l'iter stabilito, come di seguito riportato:

Ad inizio lavori si esegue il rilievo, al fine di definire lo "0" di costruzione, di:

capisaldi (teodolite/livello);

binario (teodolite/livello);

monolito (teodolite/livello).

A fine montaggio "Sistema ESSEN" si esegue il rilievo di:

binario per verificare il rispetto dello "0" di costruzione (teodolite/livello);

travi di manovra del "Sistema ESSEN" per definire lo "0" di costruzione (teodolite/livello).

Durante la spinta, subito dopo ciascuna fase di avanzamento del monolito, si esegue il rilievo, al fine di verificare gli scostamenti rispetto allo "0" di costruzione, di:

travi di manovra del "Sistema ESSEN" (System Delta);

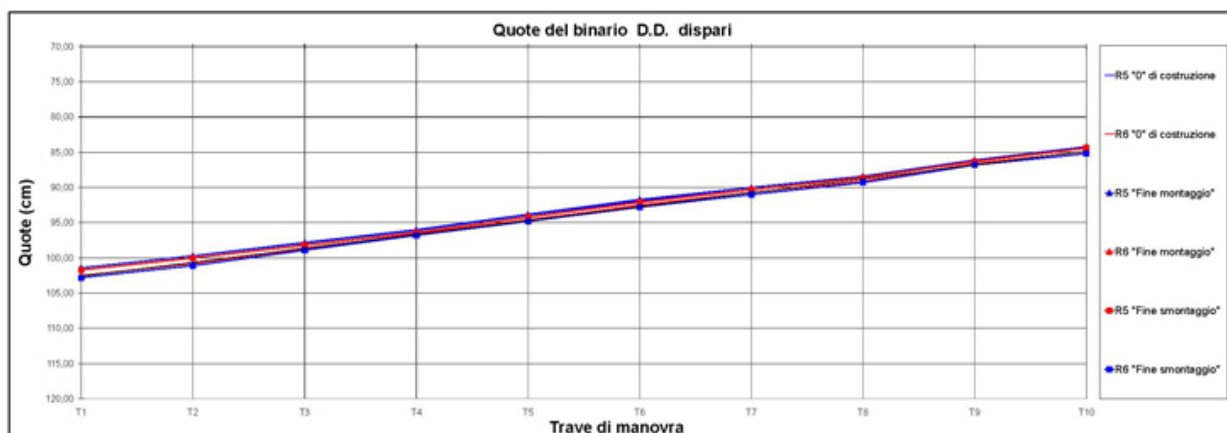
monolito (teodolite/livello);

binario solo in caso di specifica richiesta (teodolite/livello).

A lavori ultimati, dopo lo smontaggio del "Sistema ESSEN" si esegue il rilievo di:

binario per verificare il rispetto dello "0" di costruzione (e quindi la configurazione geometrica finale rispetto alla condizione prima dell'inizio dei lavori) (teodolite/livello);

monolito per verificare gli scostamenti definitivi rispetto allo "0" di costruzione (teodolite/livello).



Le misurazioni effettuate durante l'infissione oleodinamica del monolito si svolgono secondo un ordine prestabilito tale da consentire, nel più breve tempo possibile, l'avvio delle lavorazioni di compensazione necessarie.

Elaborazione delle misure

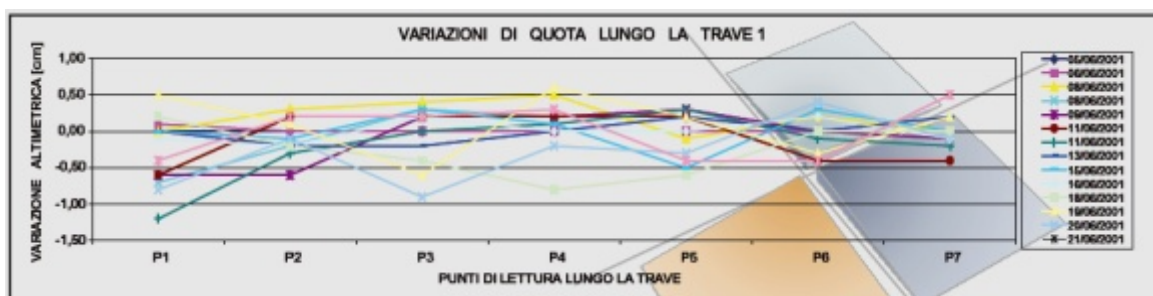
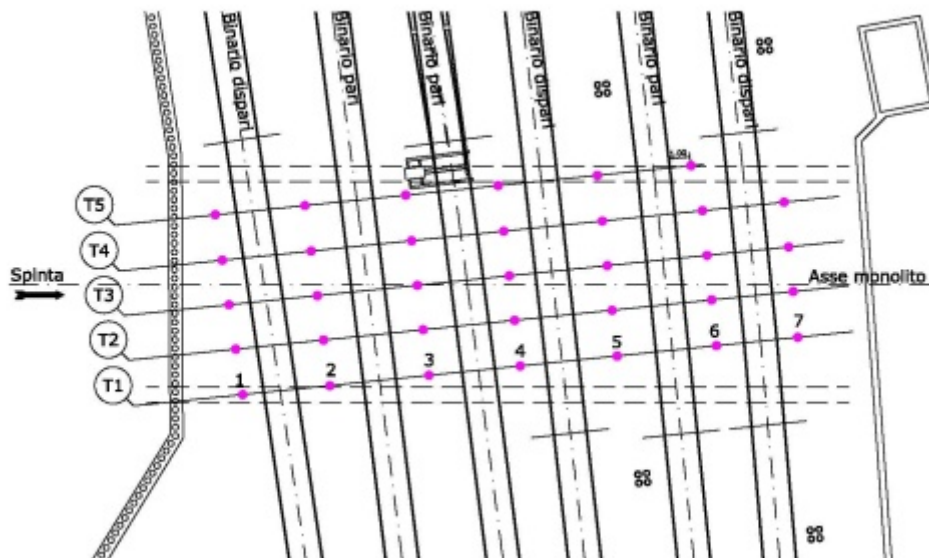
I dati acquisiti dalle misurazioni effettuate vengono tabellati e utilizzati come dati di riferimento per le successive valutazioni.

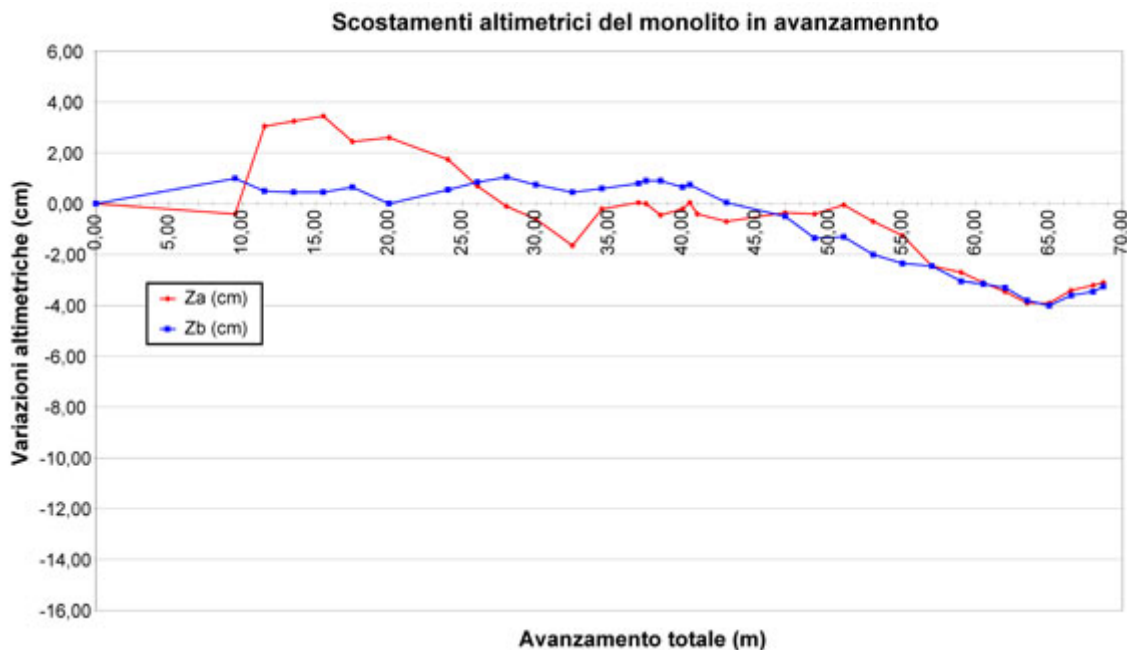
I dati acquisiti dalle misurazioni effettuate vengono elaborati da idoneo software (*restituiti in forma matriciale e grafica*) e utilizzati come dati di riferimento per le successive valutazioni.

ATTIVITÀ DI COMPENSAZIONE DURANTE L'INFISSIONE OLEODINAMICA DEL MONOLITO

Acquisite le informazioni relative al controllo, ha inizio l'attività di compensazione al fine di correggere gli spostamenti verticali della struttura di sostegno e, quindi, del binario conseguenti all'avanzamento del monolito.

Al termine delle attività di compensazione si procede alla verifica della regolarità geometrica del binario nel rispetto dei valori ammessi (attività di controllo). Verificata la regolarità geometrica del binario è possibile continuare con la successiva fase di spinta. In caso contrario si riprenderà l'attività di compensazione nell'area interessata.





spostamenti verticali

La compensazione degli spostamenti verticali, per il rispetto dei valori ammessi di sghembo e freccia, è effettuata agendo esclusivamente sui compensatori di livello interposti tra le travi slitta e le travi di manovra del "Sistema ESSEN".

Detta lavorazione viene eseguita da personale qualificato opportunamente edotto sulle modalità di intervento. In particolar modo si eviterà l'eccessivo serraggio dei cunei in acciaio che potrebbe provocare sollecitazioni non previste alle strutture.



spostamenti orizzontali

Non è prevista alcuna attività di compensazione per il contenimento, nel piano orizzontale, degli spostamenti della Struttura ESSEN e quindi del binario (**allineamento**).

La limitazione di detti spostamenti nel range delle tolleranze previste è infatti assicurato dall'impiego delle travi di controvento e dalla realizzazione di strutture di vincolo esterne al monolito, opportunamente dimensionate.

L'appaltatore, con il supporto tecnico del fornitore del sistema di sostegno dei binari, fornirà il progetto "costruttivo" del ponte Essen da consegnare preventivamente ad RFI.

Nel presente progetto sono previsti e compensati nei prezzi di elenco prezzi tutti gli oneri sopra indicati per la fornitura, posa, progettazione costruttiva e controllo-monitoraggio del Ponte Essen.

Compresi e compensati ogni onere per il carico, trasporto con qualsiasi mezzo dell'Appaltatore e scarico sul luogo d'impiego di tutti i materiali, mezzi ed attrezzature necessari per il completo montaggio del "Sistema Essen" o similare, la sguarnitura dei binari con rimozione del pietrisco fino al piano inferiore delle traverse esistenti nella zona interessata dal montaggio del ponte "Essen" per il sostegno longitudinale dei binari ed il montaggio degli stessi, gli scavi e tutte le necessarie lavorazioni per il varo delle travi portanti trasversali - travi di manovra - ortogonali al binario (o delle travi di appoggio esterne al monolite, se non presenti le travi di manovra), nonché la posa in opera delle stesse, l'esecuzione di tutti i dispositivi, irrigidimenti e vincoli esterni necessari per assicurare la dovuta stabilità al Sistema per la velocità di transito sopracitata nelle varie fasi di esercizio e d'infissione delle tubazioni; compreso e compensato altresì ogni onere per la manutenzione ordinaria e straordinaria del "Sistema Essen" in esercizio, il controllo topografico del Sistema e del binario durante tutte le lavorazioni e fasi previste, le correzioni geometriche al "Sistema Essen" o similare - nell'ambito delle tolleranze prescritte - durante l'infissione e traslazione del manufatto, quant'altro occorra per il perfetto funzionamento del Sistema secondo quanto previsto ed approvato R.F.I S.p.A.

Sono compresi e compensati inoltre - a lavori ultimati - tutti gli oneri per il successivo smontaggio del "Sistema Essen" o similare, il ripristino delle normali condizioni di esercizio dei binari nella tratta interessata dalle lavorazioni, nonché per la manipolazione, il carico, il trasporto, con qualsiasi mezzo dell'Appaltatore, lo scarico e la sistemazione nel luogo di deposito dell'Appaltatore, di tutti i materiali, mezzi ed attrezzature impiegate.

Sono inoltre compresi:

- tutti gli oneri e costi a consuntivo dovuti a R.F.I. per lavori da eseguirsi in regime di interruzione della circolazione ferroviaria (oneri di rallentamento o fermo linea);
- la progettazione ed il dimensionamento di tutte le opere e/o strutture provvisorie costituenti il "Sistema Essen" o similare;
- le prospezioni georadar per il rilevamento di eventuali anomalie sottocutanee estese all'intera zona di interferenza fra binari e manufatto;
- i materiali di consumo;
- il noleggio dei ponti "Essen" e di tutte le attrezzature e dispositivi vari necessari alle lavorazioni, per l'intera durata dei lavori;
- l'eventuale sostituzione delle traverse in c.a.p. con altre in legno e viceversa qualora non compatibili con il ponte provvisorio, la fornitura a piè d'opera, nonché la posa in opera, del pietrisco necessario a ricreare le normali condizioni dei binari;
- l'assunzione della Direzione delle Operazioni di Spinta;
- il monitoraggio in tempo reale dell'andamento altimetrico del monolite e dei binari;
- il livellamento a fine lavori della tratta interessata dal "Sistema Essen" o similare eseguito con vibratorii meccanici manuali, compreso l'eventuale successiva correzione di difetti del binario che dovessero manifestarsi, su giudizio della Direzione Ferroviaria, nel corso dei primi 30 giorni successivi all'ultimazione dei lavori di smontaggio;

- tutti gli oneri per la protezione del cantiere di lavoro necessaria per la sicurezza del personale preposto alle lavorazioni - esclusa l'attività di sorveglianza e di coordinamento della protezione di esclusiva competenza delle Ferrovie - durante le varie fasi lavorative che vanno dal montaggio del "Sistema Essen" o similare al successivo smontaggio dello stesso sino al ripristino delle normali condizioni della via ferrata.

Sono altresì comprese tutte le lavorazioni necessarie e preparatorie per il montaggio e successivo smontaggio del "Sistema Essen" o similare - comprese nella presente voce - quali la eventuale infissione dei pali in legno e la eventuale l'infissione/estrazione delle putrelle per l'ancoraggio delle travi orizzontali di vincolo, la sguarnitura del pietrisco per il montaggio dei ponti "Essen" ed il montaggio/smontaggio degli stessi, gli scavi e la posa in opera delle travi di manovra ortogonali al binario (o delle travi di appoggio esterne al monolito, se non presenti le travi di manovra) ed il successivo smontaggio delle stesse, il montaggio/smontaggio delle travi di vincolo, verranno in generale eseguite adottando tutte le precauzioni e gli accorgimenti dettati dal dovere operare in prossimità del binario e sotto esercizio ferroviario; in particolare, le lavorazioni interferenti con l'esercizio ferroviario verranno realizzate utilizzando i normali intervalli di circolazione liberi da treni sia in ore diurne che notturne, nonché intervalli di orario e/o interruzioni programmate di orario (I.P.O.) anche, se necessario, con disalimentazione della T.E. per l'eventuale infissione dei pali in legno. Dette interruzioni dovranno essere tempestivamente ed opportunamente programmate, in accordo alle indicazioni dell'Appaltatore, dalla R.F.I. S.p.A..

E' compreso ogni onere necessario per realizzare l'opera a regola d'arte, secondo le prescrizioni di capitolato e secondo le prescrizioni di R.F.I., comprese quelle eventualmente richieste dopo l'approvazione del progetto e dopo la consegna dei lavori.

43.66 Monitoraggio dei binari

E' prevista l'attività di monitoraggio di binari 24 ore su 24 durante le lavorazioni di costruzione delle camere del microtunnelling (compresa posa palancole), della posa delle tubazioni in microtunnelling, della realizzazione della trivellazione orizzontale controllata. L'impresa Appaltatrice consegnerà a DL e CSE il progetto di monitoraggio, che verrà sottoposto all'attenzione di RFI per preventiva approvazione.

L'Impresa comunicherà i nominativi del Direttore delle operazioni no-dig ed il Direttore delle operazioni di monitoraggio dei binari, che potranno eventualmente coincidere. Il tratto da monitorare, di lunghezza pari a 30 m, verrà suddiviso in sezioni trasversali poste a distanza di 3 (11 sezioni). Le misurazioni con tachimetro di elevatissima precisione vengono fatte ad intervalli di 60 minuti su dei prismi. L'elaborazione dei dati verrà eseguita automaticamente sempre sulle ultime 6 misurazioni e inserita su un diagramma. I risultati verranno inviati via mail, in tempo reale, ai diretti interessati (DL, CSE, RFI).

Il sistema integrativo da predisporre, oltre al rilevamento planoaltimetrico, deve consentire la misurazione, in tempo reale, delle seguenti grandezze:

- misurazione delle deformazioni trasversali effettuata mediante sensori di inclinazione digitale biassiali installati sulle traversine;
- misurazione del sollevamento, effettuata mediante una barra di controllo, posta lateralmente ai binari, strumentata con trasduttori di spostamento.

Le grandezze rilevate vengono ricevute da un'unità di acquisizione dati, connessa ad un notebook, per la visualizzazione real time dei parametri monitorati.

La misurazione delle deformazioni trasversali dell'armamento ferroviario è effettuata mediante sensori inclinometrici biassiali, ad elevata risoluzione ed accuratezza, caratterizzati da assoluta robustezza ed affidabilità, con involucro costituito con grado di protezione IP65 o superiore.

La misurazione del sollevamento dei binari è effettuata mediante una barra a sezione quadrata, caratterizzata da elementi di supporto mobili per adattarsi alla distanza delle traversine alla quale sono fissati n. 2 trasduttori di spostamento il cui tastatore è posto a contrasto con la traversina.

La barra è vincolata agli estremi mentre, presso le traversine centrali, l'appoggio è garantito dallo stesso contrasto dei tastatori di ciascun trasduttore con la traversina ferroviaria.

L'uscita del trasduttore è del tipo 4-20 mA; il grado di protezione è IP65 o superiore.

In caso di abbassamento e/o deformazione laterale del binario superiore a mm 1,0, il Direttore delle operazioni no dig e/o il Direttore del monitoraggio e/o il capocantiere avviseranno i soggetti interessati (DL, CSE, RFI) anche telefonicamente e si sospenderanno le operazioni di spinta.

L'Impresa Appaltatrice predisporrà tutte le misure di sicurezza aggiuntive o sostitutive prescritte da RFI prima o durante i lavori. I costi relativi alle suddette misure ed al monitoraggio dei binari sono compresi nella voce di installazione dei ponti Essen.

43.67 Tecnologia prevista per la realizzazione dell'attraversamento linea RFI e strada statale: T.O.C.

La Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) (in inglese directional drilling o horizontal directional drilling, HDD), noto in Italia anche come perforazione direzionale, perforazione orizzontale controllata o perforazione teleguidata, è una tecnologia no dig idonea alla installazione di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto.

PARTI COMPONENTI

Un tipico impianto di directional drilling si compone delle seguenti principali parti o attrezzature:

- perforatrice a mast inclinabile con rotary generalmente idraulica (RIG)
- centrale di produzione e pompaggio in pressione del fluido di perforazione e circolazione, che può essere composta alternativamente da una delle seguenti tipologie:
 - gruppo di miscelazione e pompaggio fluidi a base d'acqua (con bentonite e/o polimeri/additivi)
 - compressore per l'aria
 - batteria di aste di perforazione
- sistema di guida, che può essere di tipo walk-over, MGS oppure inerziale, composto in generale da una sezione fondo foro, solidale all'utensile di perforazione, e da una sezione fuori terra atta alla ricezione di segnali/misure;
- utensili fondo foro per l'esecuzione del foro pilota (pilot bore hole): punta a becco d'oca, turbina a fango, martello battente fondo foro ad aria o ad acqua
- utensili per l'allargamento del foro pilota (back reaming): alesatori, allargatori a tricono
- utensili per la fase di tiro-posa della tubazione o cavo (pullback): giunti rotativi, ecc.

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

La tecnologia del directional drilling è essenzialmente costituita da tre fasi:

- **perforazione pilota (pilot bore):** normalmente di piccolo diametro (100-150 mm) si realizza mediante una batteria di perforazione che viene manovrata attraverso la combinazione di rotazioni e spinte il cui effetto, sulla traiettoria seguita dall'utensile fondo-foro, è controllata attraverso il sistema di guida; La perforazione pilota può seguire percorsi plano-altimetrici preassegnati che possono contenere anche tratti curvilinei;
- **alesatura (back reaming)** per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) viene montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota (alesatore), avente un diametro maggiore a quello del foro pilota, e il tutto viene tirato a ritroso verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro l'alesatore allarga il foro pilota. Questo processo può essere ripetuto più volte fino al raggiungimento del diametro richiesto. La sequenza dei passaggi di alesatura segue precisi criteri che dipendono dal tipo di terreno da attraversare e dalle sue caratteristiche geo-litologiche;
- **tiro (pullback) della tubazione** o del cavo del foro (detto anche "varo"): completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point la tubazione da installare viene assemblata fuori terra e collegata, con un'opportuna testa di tiro, alla batteria di aste di perforazione, con interposizione di un giunto girevole reggispira (detto girevole o swivel) la cui funzione è quella di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni ma non le coppie e quindi le rotazioni. Raggiunto il punto di entrata la posa della tubazione si può considerare terminata.

Le tubazioni installabili con la perforazione direzionale non solo devono essere costruite con materiali resistenti alla trazione, ma i giunti, di qualsiasi tipologia essi siano, devono poter resistere alle forze di trazione che si generano durante l'operazione di tiro. Mediante perforazione direzionale si installano principalmente tubazioni in acciaio e PEAD giuntate testa a testa; quando i giunti sono del tipo resistente alla trazione (non è sufficiente che si tratti di semplici giunti antisfilamento) allora è possibile installare anche PVC e ghisa.

Nel prezzo indicato in progetto è compresa la seguente attività:

Perforazione orizzontale controllata per la posa in opera di nuove condotte in acciaio, HPDE, PVC-A con giunto antisfilamento e ghisa sferoidale, realizzata senza scavo a cielo aperto, secondo quanto previsto dalla PdR/UNI 26.3:2017, secondo un tracciato di progetto, per l'attraversamento di corsi d'acqua, strade, ferrovie, costruzioni ed altri ostacoli artificiali o naturali e per la posa longitudinale di linee senza interferenza con altre opere preesistenti e con il traffico viario, sia in ambito urbano che extraurbano, posate secondo le livellette di progetto. Realizzazione del foro pilota effettuato mediante perforazione del terreno coadiuvata da fanghi che, passando attraverso le aste di perforazione, fuoriescono ad alta pressione dalla testa di perforazione; il controllo della testa di perforazione, a onde radio, è assicurato da un trasmettitore alloggiato corredato da rapporto operativo dei parametri di macchina e sollecitazioni indotte sulla condotta posata. Compresa attività di richiesta e ottenimento permessi e relativi oneri economici; segnalamento di tutti i sottoservizi presenti nel sottosuolo lungo le tratte interessate dalle lavorazioni tramite indagine georadar del sottosuolo; predisposizione opere civili e di scavo, inclusi gli scavi di raccolta fanghi, necessari per la buona riuscita dell'opera; la fornitura delle tubazioni e preparazione della stessa in posizione di tiro, chiusura degli scavi effettuati per l'apertura delle buche di inizio e fine perforazione, risistemazione del manto stradale ed eventuale installazione di pozzetti ed opere di raccordo; smaltimento fanghi di perforazione e materiale di risulta. Per perforazioni,

in condizioni standard, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa roccia, trovanti, materiali sciolti quali sabbie, limi, argille o similari, anche debolmente compatte, compresi materiali eterogenei; per lunghezze per singola perforazione fino ad un massimo di 300 m.

Compreso quanto segue:

- Costo fisso per perforazione orizzontale direzionata per il trasporto degli impianti e/o macchinari di perforazione, il montaggio e lo smontaggio degli stessi, il carico, lo scarico e la movimentazione delle attrezzature, compresi i viaggi A/R del personale e logistica di cantiere;
- eventuali spostamenti postazione di varo;
- eventuale riperforazione in zona diversa per problematiche rinvenute nella prima perforazione;
- realizzazione di giunti mediante saldatura di testa della tubazione compresa eventuale ricostruzione del rivestimento del tubo.
- Cavi interni in acciaio (fino a n. 4) per tiro condotte interne
- Posa e varo (tiro) condotte interne (fino a 4) in acciaio o pead

Nel prezzo indicato è compresa la fornitura e varo della tubazione.

Tubi in polietilene alta densità per reti interrate di trasporto acque in pressione, prodotti con una unica resina PE100 RC (Resistant to Crack), tipo 1, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine, di colore nero con bande coestruse di colore blu, in tutto rispondenti alla norma UNI EN 12201, alla norma UNI EN ISO 15494 e alla specifica tecnica DIN PAS 1075, idonei per tecniche di posa con trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), per tiri fino a 300 m.

PN 25 - De 450 mm = DN interno 327 mm

43.68 Caratteristiche tecniche paratoie dei nodi idraulici

In corrispondenza dei nodi idraulici principali e degli invasi lungo il canale scolmatore, sono previste paratoie tracimabili (h= 1200 mm – sullo scolmatore) e paratoie a tenuta sui 4 lati (h= 1200 mm – sulle rogge secondarie) in acciaio INOX AISI 304, a 2 viti salienti, scorrimento a strisciamento, con le seguenti caratteristiche tecniche:

PARATOIE SUL CANALE SCOLMATORE PRINCIPALE

	L10-3500	L10L16-2000	L16-3000
DIMENSIONI (m)	3,5X1,2	2X1,2	3x1,2
Tenuta	tracimabile	tracimabile	tracimabile
Altezza totale telaio (m)	3,4	3,4	3,4
Materiale	inox aisi 304	inox aisi 304	inox aisi 304
Scorrimento	strisciamento	strisciamento	strisciamento
Azionamento	elettromeccanico	elettromeccanico	elettromeccanico
Comandi	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo
n. 1 attuatore	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15')	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15')	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15')
n. 1 riduttore, con gruppo reggispira speciale	H13DRM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0
n. 1 riduttore, con gruppo reggispira speciale	H13RM	H13RM	H13RM
n. 2 copristeli	CS 1500	CS 1500	CS 1500
n. 2 viti	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450
n. 2 filettature chiocciolate riduttori			
n. 2 piastre d'attacco riduttori CML al gargame paratoia	mm 200x230x30 sp. Speciali	mm 200x230x30 sp. Speciali	mm 200x230x30 sp. Speciali
n. 2 giunti elastici	GR1 completi di flangia A e B	GR1 completi di flangia A e B	GR1 completi di flangia A e B
Velocità di traslazione (mt/min)	v = 0,249	v = 0,249	v = 0,249
Tempo di manovra (minuti)	8,49	8,49	8,49
Pressione specifica sui filetti viti/chiocciolate (N/mm3)	≤ 1	≤ 1	≤ 1
CARATTERISTICHE ATTUATORE			
Base di attacco	E DIN G0	E DIN G0	E DIN G0
Velocità di rotazione (giri/min)	n = 160	n = 160	n = 160
Coppia regolabile (Nm)	da 20 a 60	da 20 a 60	da 20 a 60
Contagiri di manovra (giri/corsa)	campo 15/1450	campo 15/1450	campo 15/1450
Potenza nominale (kW)	0,75	0,75	0,75
Potenza installata (kW)	3	3	3
Corrente nominale (A)	2	2	2
Corrente assorbita a coppia nominale (A)	4,3	4,3	4,3
Corrente di spunto (A)	8,8	8,8	8,8
CARATTERISTICHE GRUPPO			
Base di attacco	tipo A ISO F14, speciale	tipo A ISO F14, speciale	tipo A ISO F14, speciale
Velocità rotazione chiocciola riduttore (giri/min)	35,55	35,55	35,55
Coppia alle viti regolabile (complessiva) - (Nm)	da 72 a 216	da 72 a 216	da 72 a 216
Max spinta ammessa (cad. riduttore)- (kN)	135	135	135

PARATOIE SULLE ROGGE IRRIGUE SECONDARIE

	T1	T2
	L1500 TENUTA	L2000 TENUTA
DIMENSIONI (m)	1,5x1,2	2x1,2
Tenuta	tenuta 4 lati	tenuta 4 lati
Altezza totale telaio (m)	2,4	2,4
Materiale	inox aisi 304	inox aisi 304
Scorrimento	strisciamento	strisciamento
Azionamento	elettromeccanico	elettromeccanico
Comandi	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo
n. 1 attuatore	DM.59-E-80 da 60 Nm (servizio S2-15')	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15')
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale	H07RM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale		H13RM
n. 2 copristeli	CS 1500 (N.1)	CS 1500
n. 2 viti	diam. 40x7 TPN (1Sx.) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450
n. 2 filettature chiocciolate riduttori		
n. 2 piastre d'attacco riduttori CML al gargame paratoia	mm 180x200x20 sp. Speciali (N.1)	mm 200x230x30 sp. Speciali
n. 2 giunti elastici		GR1 completi di flangia A e B
Velocità di traslazione (mt/min)	v = 0,124	v = 0,249
Tempo di manovra (minuti)	9,64	8,49
Pressione specifica sui filetti viti/chiocciolate (N/mm3)	≤ 4	≤ 1
CARATTERISTICHE ATTUATORE		
Base di attacco	E DIN G0	E DIN G0
Velocità di rotazione (giri/min)	n = 80	n = 160
Coppia regolabile (Nm)	da 20 a 60	da 20 a 60
Contagiri di manovra (giri/corsa)	campo 15/1450	campo 15/1450
Potenza nominale (kW)	0,75	0,75
Potenza installata (kW)	3	3
Corrente nominale (A)	2	2
Corrente assorbita a coppia nominale (A)	2,9	4,3
Corrente di spunto (A)	8,8	8,8
CARATTERISTICHE GRUPPO		
Base di attacco	tipo A ISO F10	tipo A ISO F14, speciale
Velocità rotazione chiocciola riduttore (giri/min)	17,8	35,55
Coppia alle viti regolabile (complessiva) - (Nm)	da 72 a 216	da 72 a 216
Max spinta ammessa (cad. riduttore)- (kN)	70	135

L'utilizzo di doppio riduttore conico con demoltiplica 4:1 consente di diminuire sensibilmente le potenze necessarie al funzionamento delle paratoie, con un conseguente notevole risparmio economico sia in fase di fornitura/installazione che di funzionamento a regime.

Le caratteristiche tecniche degli attuatori con comando a bordo macchina (attuatori con teleruttori incorporati nello stesso comparto micro, con servizio ON-OFF) sono le seguenti:

- Grado di protezione: IP 67 in accordo DIN o IEC;
- Temperatura ambiente: -25°C/+70°C;
- Tensione di alimentazione: 380-420V-50Hz-3 Fase;
- Motore: a gabbia di scoiattolo, isolamento in classe F, con 3 pastiglie termiche negli avvolgimenti;
- Trasformatore circuiti ausiliari: tipo universale per tensioni di linea 380, 400, 415, 460, 480, 500, 660 e 690V - 50/60 Hz;

- Tensioni ausiliari: 24V c.c. +/- 10% (I=30 mA), con protezione contro i corto circuiti;
- Consumo: potenza motore + circa 100 mA;
- Servizio: S2-15' (o S4-25%);
- Comandi: 24V c.c. +/-10%, 10 mA digitale;
- Segnalazioni digitali con contatti puliti: da 24V a 230V, corrente continua o corrente alternata con relays max 250VA;
- Indicazioni analogiche: 4-20 mA (0-500 Ohm) (solo con opzionale);
- N. 2 microinterruttori di posizione (1 in apertura + 1 in chiusura);
- N. 2 limitatori di coppia (1 in apertura + 1 in chiusura);
- Contattori incorporati per marcia motore, con interblocchi elettrici e meccanici;
- Elettronica incapsulata anche quando la presa multipolare viene rimossa;
- Relays di antiripetizione;
- Correttore sequenza fasi;
- Contatti puliti per comando di APERTURA-STOP-CHIUSURA (per funzionamento con autoritenuta) o APERTURA-CHIUSURA (per funzionamento a impulsi), programmabile;
- Preselezione programmabile per interruzione della corsa (limitatori di corsa o di coppia);
- By-pass, limitatori di coppia in entrambe le direzioni per fornire la max coppia attuatore in fase di avviamento;
- Resistore anticondensa nel comparto micro, autoregolante;
- Lubrificazione in olio per l'intera vita;
- Comando manuale di emergenza a volantino con sicurezza contro gli avviamenti accidentali del motore;
- Indicatore locale di posizione, a quadrante;
- Pulsantiera locale incorporata completa di n. 1 selettore APRE-STOP-CHIUDE e n. 1 selettore lucchettabile LOCALE-O-DISTANZA;
- Pulsanti addizionali per comando attuatore anche con coperchio micro rimosso;
- Indicazione di posizione e guasto a mezzo 4 leds, visibili con coperchio micro rimosso;
- Preselezione programmabile per :
 - o Segnalazione a distanza della posizione del selettore LOCALE-O-DISTANZA oppure in LOCALE-O
 - o Segnalazione a distanza attuatore in movimento con segnale statico o lampeggiante
- Indicazioni di guasto, suddivise in:
 - o Intervento coppia in APERTURA;
 - o Intervento coppia in CHIUSURA;
 - o Intervento termiche del motore o mancanza di tensione.

43.69 Impiantistica elettrica

In relazione all'impiantistica elettrica, si richiamano nel presente capitolato, tutte le specifiche tecniche e le indicazioni contenute nei seguenti elaborati:

5.3	Relazione impiantistica elettrica	3218 - 09 - 082
5.4.a	Schema planimetrico linee elettriche e telecontrollo	3218 - 09 - 083
5.4.b	Lay-out di cabina	3218 - 09 - 084
5.4.c	Schema a blocchi linee elettriche e telecontrollo	3218 - 09 - 085
5.4.d	Raccolta quadri elettrici	3218 - 09 - 086
5.4.e	Raccolta calcoli illuminotecnici	3218 - 09 - 087

43.70 Gestione apparecchiature elettromeccaniche e telecontrollo**MODALITÀ DI GESTIONE E FUNZIONAMENTO DEGLI ORGANI DI MANOVRA E REGOLAZIONE DEI FLUSSI E DEI LIVELLI**

Per ciascun nodo idraulico, costituito da un manufatto ripartitore delle portate e di regolazione dei livelli, si prevede di installare un sistema di misurazione dei livelli idrici costituito da n. 3 sensori di differente tipologia, al fine di predisporre una configurazione di sicurezza ridondante, che possa controllare e gestire l'azionamento delle paratoie anche in caso di avaria di uno o più misuratori:

- a) sonda piezoresistiva in tubo finestrato – sensore 1: prima lettura;
- b) sonda ad ultrasuoni staffata sulle solette dei manufatti – sensore 2: seconda lettura di verifica;
- c) galleggiante a pera – azionamento d'emergenza in caso di avaria dei sensori 1 e 2.

La ridondanza consiste nella duplicazione dei componenti critici di un sistema con l'intenzione di aumentarne l'affidabilità e la disponibilità, in particolare per le funzioni di fondamentale importanza per garantire la sicurezza delle persone e degli impianti e/o la continuità della funzionalità delle apparecchiature.

La scelta della metodica di azionamento delle paratoie, in funzione delle letture del livello da parte dei vari sensori, può essere modificata in qualsiasi momento tramite il software gestionale, secondo le seguenti modalità:

- *Ridondanza attiva*, quando tutti gli oggetti in ridondanza operano congiuntamente, ma ciascuno di essi è in grado di svolgere la funzione da solo in caso di guasto dell'altro (o degli altri).
- *Ridondanza "in standby"*, quando solo uno degli oggetti in ridondanza (detto "primario" o "master") è operante, mentre l'altro (detto "secondario" o "slave") si attiva solo in caso di guasto del "primario".
- *A maggioranza di voto*: in questo caso la ridondanza è costituita da un numero dispari di oggetti, oltre ad un elemento ("voter") che misura un parametro definito in uscita da ciascun oggetto in ridondanza e compara tali misure. Il sistema disattiva automaticamente l'oggetto (o gli oggetti) la cui risposta non è congruente con quella degli altri elementi. La disponibilità della funzione è garantita fino a che il numero di elementi funzionanti è superiore a quello degli elementi guasti.

Nella presente fase progettuale, si prevede l'attivazione degli allarmi quando un sensore rileva il livello alto e l'azionamento degli organi di manovra quando due sensori su tre rilevano il livello massimo stabilito.

IMPOSTAZIONE LIVELLI DI ALLARME.

Si prevede la seguente impostazione di funzionamento del sistema: quando uno qualsiasi dei due sensori a) piezoresistivo e b) ultrasuoni dovesse rilevare un livello idrico superiore agli step prefissati, un combinatore telefonico (scheda gsm installata nell'edificio in cui è predisposto l'ufficio di gestione della rete) invierà un segnale SMS ai numeri di telefono indicati dal Committente:

- H= 90 cm – invio SMS via GSM: **"AVVISO 90 cm"** livello alto;
- H= 100 cm – invio SMS via GSM: **"PREALLERTA 100 cm"** livello molto alto;
- H= 110 cm – invio SMS via GSM: **"ALLARME 110 cm"** livello critico;

- H= 120 cm – invio SMS via GSM: “**ALLARME ROSSO 120 cm** livello di sicurezza superato – azionamento paratoie automatico”.

Quando due qualsiasi dei tre sensori a),b) o c) (piezoresistiva, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovessero rilevare un livello idrico superiore a **120 cm**, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza.

A conclusione del ciclo di apertura delle paratoie lungo il canale scolmatore, AUTOMATICAMENTE, verrà attivata la chiusura delle paratoie sui canali secondari (quelli che attraversano il concentrico di Fontanetto Po o che attraversano la zona nord da ovest ad est). La chiusura delle paratoie sui canali irrigui terminerà ad un livello preimpostato che consenta il transito della portata compatibile con la capacità di deflusso a valle. Quando UNO qualsiasi dei tre sensori a),b) o c) (piezoresistivo, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovesse rilevare un livello idrico superiore a **130 cm**, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza ed a seguire la chiusura delle paratoie sui canali secondari che attraversano il centro abitato.

Valori di livello idrico e step di allerta potranno essere modificati a piacimento dalla Committenza.

COMANDI DA REMOTO (TELEFONO CELLULARE).

Per mezzo di telefoni cellulari identificati dalla Committenza, si potrà inviare apposito SMS di comando:

fase 1 - “**APERTURA PARATOIE SCOLMATORE NODO IDRAULICO X**, si attiverà la procedura di apertura completa delle paratoie sul canale scolmatore; tale comando verrà recepito solo nel caso in cui le paratoie sullo scolmatore, a valle del nodo X, risulteranno completamente aperte. E' quindi una procedura da utilizzarsi a partire dal nodo più a valle (verso il fiume PO), risalendo verso monte.

fase 2 - “**CHIUSURA PARATOIE ROGGIA Y NODO IDRAULICO X**, si attiverà la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario; la seconda fase si attiverà solo a compimento della fase 1, al termine della quale verrà dato il consenso per l'avvio della fase 2.

Comando 3 - “**MOVIMENTAZIONE PARATOIE SCOLMATORE EMERGENZA**, si attiverà la procedura di apertura completa di TUTTE le paratoie sul canale scolmatore ed a seguire la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario.

Ogni nodo idraulico verrà fornito di gruppo elettrogeno che si attiverà in caso di mancanza di energia elettrica sulla linea di servizio delle apparecchiature idrauliche, in modo da garantire l'azionamento degli organi di manovra anche in caso di black out.

Per non incrementare in modo eccessivo i costi di installazione delle macchine generatrici di corrente sono previsti gruppi che consentano la movimentazione di n. 4 paratoie alla volta.

Il tempo/ciclo di ogni azionamento è pari a circa 10 minuti. Pertanto nel tempo di circa 20 minuti, anche in caso di assenza di fornitura elettrica, è possibile movimentare tutte le paratoie di un nodo idraulico nella configurazione di piena del canale scolmatore.

La potenza di ogni gruppo elettrogeno sarà inferiore ai 25 KW e pertanto, ai sensi del D.M. 13 luglio 2011 *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”*, le macchine di generazione della corrente elettrica non saranno soggette all'iter di *prevenzione incendi*.

In ogni caso, si lascerà, la possibilità di provvedere alla movimentazione delle paratoie manualmente, tramite i selettori presenti all'esterno del quadro elettrico (elettricamente) o tramite il volantino di manovra preinstallato (in caso di black out e di avaria del gruppo elettrogeno).

Selettori manuali comando paratoie.

Oltre a tutti gli automatismi suddetti, il quadro elettrico sarà comunque provvisto, sul pannello di comando principale, di un selettore (1) AUTO-MAN-OFF provvisto di chiave – posizionato normalmente su AUTO.

La paratoia sarà provvista di un secondo dispositivo (2) di comando per l'apertura/chiusura della paratoia stessa in MANUALE, attivo solo in caso di selettore 1 in posizione MAN. Il secondo selettore sarà provvisto di pulsante/funghetto rosso per il blocco d'emergenza (l'emergenza potrà anche essere separata).

I quadri elettrici delle paratoie ed i gruppi elettrogeni saranno installati all'interno di edifici prefabbricati (secondo norma Enel 2062).

I quadri di comando, i PLC ed il PC di gestione e controllo del canale scolmatore e dei nodi idraulici delle rogge interferenti con esso saranno alloggiati all'interno di un unico manufatto (con dimensioni a norma Enel 2092) ubicato in posizione facilmente raggiungibile dal centro del paese.

43.71 Dispositivi antiriflusso

VALVOLA A CLAPET (Sezione quadrata o rettangolare)

Valvola a clapet in acciaio zincato a sezione quadrata (1000x1000 o 1200x1200 mm), o rettangolare di pari superficie; esecuzione compatta con tenuta su quattro lati; guarnizioni di tenuta in EPDM; carico idraulico 3 m acqua; telaio con struttura autoportante per fissaggio a parete con tasselli chimici o zanche per inghisaggio.

VALVOLA A CLAPET (Sezione circolare)

Valvola a clapet in acciaio zincato a sezione circolare (D 1000-1200 mm); esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza; guarnizioni di tenuta in EPDM; carico idraulico 3 m acqua; telaio con struttura autoportante per fissaggio su flangia a parete con tasselli chimici o zanche per inghisaggio.

43.72 Opere di mitigazione ambientale a carico della ditta Appaltatrice

Sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutte le opere di seguito indicate:

Componenti biotiche

1. Le sponde del canale in progetto dovranno essere prontamente rivegetate al termine dei lavori mediante la semina di specie erbacee locali.
2. Al fine di favorire la creazione di un “collegamento” tra le due ZPS analizzate, dovranno essere realizzate cortine vegetate al piede delle scarpate del canale sul lato “campagna”, al fine della formazione di corridoi ecologici di connessione tra le aree naturali della Palude di San Genuario con la fascia boscata del Po.

3. Qualora dovessero essere abbattute specie arboree per esigenze legate al passaggio dei mezzi o alla corretta esecuzione dei lavori, si dovrà avere l'accortezza di verificare l'assenza di nidi.
4. Si dovrà provvedere all'impianto di specie analoghe a quelle tagliate al fine di integrare e ricucire, nel più breve tempo possibile, la cortina del verde esistente lungo il fiume Po, soprattutto mediante l'utilizzo di astoni di salice e/o pioppo prelevati direttamente in zona.
5. Si raccomanda, per quanto possibile, che i lavori nell'alveo del canale siano effettuati deviando il flusso idrico affinché questo non entri in contatto con le aree di lavorazione. Gli stessi dovranno interferire il meno possibile con le stagioni riproduttive dell'ittiofauna.
6. Il recupero ambientale dovrà prevedere esclusivamente l'utilizzo di specie autoctone. Dovrà essere attuata un'azione di contrasto delle specie esotiche invasive, rispettando le "Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale" di cui alla DGR n. 33-5174 del 12/06/2017.
7. All'interno della ZSC IT1120007 e della ZPS IT1120029, per non interferire con il periodo riproduttivo dell'avifauna di interesse conservazionistico, non si potrà lavorare dal 15 marzo al 15 aprile.
8. Le specie da impiegare per la costituzione delle siepi campestri utilizzando, dovranno essere: ligustro (*Ligustrum vulgare*), euonimo (*Euonymus europaeus*), rosa selvatica (*Rosa canina*), ramno catartico (*Rhamnus cathartica*), biancospino (*Crataegus monogyna*) e sanguinello (*Cornus sanguinea*), oltre a specie arboree di terza e quarta grandezza: acero campestre (*Acer campestre*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), corniolo (*Cornus mas*), nocciolo (*Corylus avellana*), frangola (*Frangula alnus*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), caprifoglio peloso (*Lonicera xylosteum*), melo selvatico (*Malus sylvestris*), ciliegio a grappoli (*Prunus padus*), prugnolo (*Prunus spinosa*), pero selvatico (*Pyrus pyrausta*), salice grigio (*Salix cinerea*), salice rosso (*Salix purpurea*), ciavardello (*Sorbus torminalis*), lantana (*Viburnum lantana*) e pallon di maggio (*Viburnum opulus*).
9. La siepe campestre sia piantata anche intorno alle cabine elettriche
10. Siano garantite le cure colturali sino alla completa affermazione degli impianti.
11. Le piantine collocate a dimora siano poste a una distanza di 1,5 m.
12. Le superfici che eventualmente dovessero rendersi disponibili in aggiunta (reliquati) vengano destinate permanentemente alla costituzione di elementi naturaliformi dell'agroecosistema quali siepi, boschetti, filari e zone umide. Si prevede la piantumazione di complessive n. 100 piantine di arbusti.
13. Per il ripristino delle piante arboree siano utilizzati pioppo bianco (*Populus alba*), ontano nero (*Alnus glutinosa*), frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) e olmo ciliato (*Ulmus laevis*), allestiti come piantine da vivaio.
14. Le aree prative, se interessate dalle lavorazioni o dal passaggio dei mezzi d'opera, siano ripristinate a prato.

Suolo/sottosuolo

15. Si richiede di ottemperare al maggior recupero tecnicamente perseguibile dei fanghi bentonitici utilizzati nello scavo tramite microtunnelling al fine di limitare la contaminazione del suolo delle aree di escavazione, fermo restando quanto disposto dal DPR 120/2017.
16. Il terreno derivante dalle operazioni di scavo dovrà essere adeguatamente accantonato, avendo cura di separare i diversi orizzonti pedologici, e conservato in modo da non alterarne le caratteristiche chimico-fisiche. Per lo stoccaggio del suolo si prescrive che gli accumuli temporanei di terreno vegetale non superino i 2/3 metri di altezza con pendenza in grado di garantire la loro stabilità. I cumuli dovranno essere protetti dall'insediamento di vegetazione infestante e dall'erosione idrica superficiale, procedendo subito al rinverdimento degli stessi come indicato dalla DGR Piemonte 33-5174 del 12 giugno 2017. Nel riutilizzo per le attività di ripristino, gli strati terrosi prelevati in fase di cantiere dovranno essere ricollocati

secondo la loro successione originaria. Tutte le aree temporaneamente occupate in fase di cantiere dovranno essere ripristinate al termine dei lavori.

Acque superficiali/sotterranee

17. Per contenere i potenziali impatti legati alla contaminazione delle acque superficiali e sotterranee il cantiere dovrà essere dotato di kit di pronto intervento e procedure operative per far fronte a sversamenti accidentali di sostanze inquinanti; inoltre lo stoccaggio e la manipolazione di sostanze pericolose per l'ambiente e di rifiuti dovrà avvenire in condizioni di sicurezza al fine di garantire adeguata protezione delle matrici ambientali.

18. In fase di realizzazione delle opere, si raccomanda l'isolamento delle zone di cantiere dagli alvei bagnati per ridurre il trasporto di solidi sospesi nelle acque ed eventuale rilascio di sostanze inquinanti.

Rumore

19. L'Impresa Appaltatrice dovrà presentare al Comune una Valutazione Previsionale di Impatto Acustico per il cantiere in progetto ai sensi dell'art. 8 della L. 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e dell'art. 10 della L.R. n. 52/2000 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico". Se da tale documentazione il Tecnico Competente stimerà il superamento dei limiti acustici previsti dalla P.Z.A comunale, sarà necessario richiedere al Comune territorialmente competente l'autorizzazione in deroga alle emissioni sonore ai sensi della DGR 27 giugno 2012 n. 244049.

20. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia impiegando macchinari in conformità alle direttive CE in materia di emissione acustica ambientale, che attraverso un'ideale e oculata organizzazione delle attività di cantiere.

Atmosfera

21. Tutti i macchinari di servizio dovranno essere a norma CE e soggetti a manutenzione ordinaria regolare e straordinaria in caso di necessità, al fine di limitare l'emissione di inquinanti nell'aria.

22. Dovrà essere attuata una idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h).

23. I materiali polverulenti trasportati dovranno essere coperti con teloni.

24. Si dovrà procedere alla bagnatura dei cumuli e delle piste usate dai mezzi di cantiere, in caso di necessità.

ART. 44 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

44.73 Norme generali

Allo scopo di redigere gli stati di avanzamento lavori e di poter effettuare i pagamenti in acconto i lavori saranno computati e valutati secondo le unità sotto le quali sono iscritti nell'elenco prezzi e con misurazioni geometriche o di peso, escluso ogni altro metodo.

L'Impresa dovrà tempestivamente richiedere alla Direzione dei Lavori di misurare in contraddittorio quelle opere o somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare, come pure di procedere alla misurazione ed al peso di tutto ciò che deve essere misurato e posato prima di essere posto in opera.

Inoltre rimane convenuto che se talune quantità non fossero esattamente accertate per difetto di ricognizioni fatte a tempo debito, l'Impresa dovrà accettare la valutazione della Direzione dei Lavori e sottostare a tutte le spese e danni derivanti dalla tardiva ricognizione.

Le misure ed ogni opera devono corrispondere a quelle prescritte ed ordinate. Nel caso di eccesso si terrà come misura quella effettivamente ordinata.

Ferme le disposizioni del regolamento in materia di contabilizzazione e di pagamento del corrispettivo, per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera i capitoli speciali possono stabilire anche il prezzo a pie' d'opera, e prevedere il loro accredito in contabilità prima della messa in opera, in misura non superiore alla metà del prezzo stesso.

Salva diversa pattuizione, all'importo dei lavori eseguiti e' aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a pie' d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori ai sensi dell'articolo 18, comma 1.

Ove non espressamente indicato che la fornitura dei materiali o la loro posa in opera sono esclusi dalla voce di elenco prezzi, i prezzi delle lavorazioni che compaiono nell'elenco prezzi unitari si intendono comprensivi di fornitura dei materiali, di posa in opera o installazione e di ogni altro onere necessario per fornire l'opera finita a regola d'arte.

44.74 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

Per gli scavi e trincee occorrenti alla posa delle condotte, le sezioni trasversali saranno computate con le pareti aventi scarpa come indicato nei tipi di progetto, restando a tutto carico dell'Impresa i maggiori scavi eventualmente eseguiti ed i relativi reinterri e ripristini successivi in misura superiore a quella indicata nei tipi di progetto.

Essi saranno computati in base alle sezioni trasversali indicate nei disegni tipo di progetto, variabili a seconda del diametro interno delle condotte di fognatura o acquedotto e la profondità dello scavo. La larghezza del fondo scavo determinata secondo quanto indicato nei disegni e legata alle dimensioni delle tubazioni deve intendersi minima. Al volume determinato con la configurazione geometrica descritta si applicherà il prezzo fissato nell'elenco per tali scavi (in relazione alla natura del materiale scavato).

Per gli eventuali scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, palancole, ecc., sarà incluso nel volume di scavo per fondazione, computato come sopra detto, anche lo spazio occupato dalle palancole, estendendosi l'area di fondazione sino alla linea esterna delle palancole, e ciò a compenso del maggior scavo che dovrà praticarsi per la costruzione dei casseri e la posa delle filagne intorno a tali opere in legname.

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo e quelli prescritti nelle precedenti norme tecniche, coi prezzi di elenco degli scavi in genere, l'Impresa dovrà ritenersi compensata da tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di radici e ceppaie, scorticamento etc.;
- per taglio e scavo con qualsiasi mezzo manuale e meccanico delle materie sia asciutte che bagnate o in presenza di acqua e di qualsiasi natura e consistenza esse siano;
- per paleggiamenti, innalzamenti, carichi, trasporti trasversali o longitudinali e scarichi in rilevato o reinterro od a rifiuto, deposito temporaneo e successive riprese;
- per la formazione di tutti i rilevati e i reinterri di qualunque genere di importanza, tenendo conto di quanto specificato al precedente articolo;
- per lo smaltimento delle acque meteoriche o superficiali penetrate negli scavi;
- per il disfaccimento di massiciata in macadam, in ciottolato etc., asphaltata, attraversate dagli scavi;
- per la regolarizzazione delle scarpate e pareti di scavo, per lo spianamento del fondo delle trincee, formazione di gradoni etc.;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere ed importanza, compresi gli sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali dei legnami e dei ferri impiegati;
- per impalcature, ponteggi e costruzioni provvisorie occorrenti per effettuare i trasporti delle materie di scavo, per passaggi attraversamenti;
- per quanto altro infine potrà occorrere per dare i lavori di scavo regolarmente compiuti.

44.74.1 Scavi

Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m³, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.1. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

Scavo di fondazione

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.2 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'è eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

44.74.2 Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computata misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.

L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva. L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.

La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m².

44.74.3 Preparazione del piano di posa

Rilevati

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

Sovrastruttura stradale in trincea

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

44.74.4 Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
- l'ottenimento del benessere da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benessere della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per

la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detorranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.

La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

44.75 Murature in genere e conglomerati cementizi

44.75.1 Murature

Murature in genere: tutte le murature in genere, comprese le volte e le cupole, saranno computate in base a misure prese sul vivo dei muri, escluse le arricciature gli intonaci.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni magistero per la formazione di spalle, sguinci, mazzette, canne, spigoli, strombature, incassature, imposte di archi e piattabande, etc. I volumi da dedurre per vani porte e finestre e simili si computeranno moltiplicando la superficie netta del vano per lo spessore del muro, senza tenere conto dei maggiori vani per sguinci, battute, etc.

Le murature di qualunque genere esse siano, saranno misurate in base alle dimensioni previste in progetto od altrimenti prescritte dalla Direzione dei Lavori, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorchè invisibile, dipendente dal modo di esecuzione o dalle dimensioni del pietrame adoperato, oppure da eccessivi scavi di contenimento o da arbitrarie varianti dall'Impresa.

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m². Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco prezzi.

Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastri, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

44.75.2 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m³ ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, 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, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo. Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato

non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido³ della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

44.76 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco prezzi. Tali articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

44.76.1 Casseforme

Le casseforme saranno compute in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

44.76.2 Armature

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno compute per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

³ Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

44.76.3 Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti

Le attrezzature speciali autovaranti, per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza d'impalcati di ponti e viadotti, a cassone o a piastra, in c.a. o in c.a.p., anche a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la luce fra gli assi degli appoggi.

Le attrezzature speciali autoportanti, per l'esecuzione d'impalcati a cassone di ponti e viadotti in c.a.p. gettati in opera a sbalzo per conci successivi a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la lunghezza degli sbalzi dal filo esterno della struttura di pila fino all'estremità libera o fino all'attacco con gli sbalzi adiacenti.

Nei relativi articoli dell'Elenco prezzi sono compresi tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni occorrenti; tra gli altri in particolare:

- eventuali diritti di brevetto;
- trasporto, montaggio in opera, smontaggio e ripresa delle attrezzature;
- il nolo d'attrezzature complementari (carri portaferro, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazioni, ponteggi ecc.);
- eventuali fermi conseguenti a specifiche modalità d'impiego.

L'applicazione degli articoli dell'Elenco prezzi per l'impiego delle attrezzature speciali autovaranti e autoportanti naturalmente esclude l'utilizzo degli articoli per gli altri tipi d'armature di sostegno e loro maggiorazioni, compresi quelli per eventuali armature di sostegno di casseforme all'interno dei cassoni stessi.

Sono escluse soltanto le casseforme da contabilizzare a parte con i relativi articoli.

44.77 Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto,

le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Per le barre d'acciaio zincato che non soddisfano i requisiti relativi alla prova di Preece per la determinazione dell'uniformità dello spessore dello zinco, sarà applicata una penale di 55 L/Kg (lire cinquantacinque a chilogrammo).

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:

la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di $80 \div 100 \text{ cm}$; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiaccia di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:

la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300

kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:

eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

44.78 Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo.

Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.

Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo

quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.

S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

44.79 Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto.

Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

44.80 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

44.81 Opere in verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata in base alla sua superficie effettiva.

La fornitura d'idoneo terreno vegetale sarà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiale per il fissaggio e la protezione del seme, acqua, ecc.; il nolo della speciale attrezzatura di proiezione ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.

La fornitura e messa a dimora di piante prive di deformazioni, ferite, attacchi parassitari in corso o passati, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, devono avere le caratteristiche dettagliate nelle presenti

Norme Tecniche; d'altezza, sviluppo e caratteristiche come specificate in progetto, compreso ogni onere, provvista e manutenzione.

Le forniture relative ai singoli taxon sono riferite, come specificato negli articoli d'Elenco prezzi, a piante arboree allevate e fornite in contenitore oppure fornite in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, teli di plastica, ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate.

Le piante arbustive di qualsiasi genere e di qualsiasi tipo di fornitura (radice nuda, zolla e contenitore) dovranno avere un minimo di 3 fusti al colletto.

La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche le forniture, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme.

44.82 Pavimentazioni, vespai, pavimenti

44.82.1 Detriti di cava o ghiaia mista

Per la formazione del letto di posa di fondazioni stradali o di vespai, la fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato e lo strato di base in misto cementato: saranno computati a metro cubo misurati in opera dopo il compattamento.

44.82.2 La pavimentazione in cubetti di porfido

Sarà computata a metro quadrato d'effettiva superficie, intendendosi compresi nei relativi articoli oltre alla scarnitura e sigillatura dei giunti ed il successivo spandimento di sabbia per saturazione, tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme.

44.82.3 Le pavimentazioni per corsie di stazione

Saranno computate a metro quadrato d'effettiva superficie.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la formazione e sigillatura dei giunti, la realizzazione d'incavi per la posa di spire magnetiche e tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme. Solo escluso la fornitura e posa in opera dell'armatura in rete d'acciaio e la posa in opera di pedane e pedanine da contabilizzare con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

44.82.4 Vespai e massetti

I vespai in ghiaia mista o detriti di cava e quelli a secco in scheggioni di pietra saranno computati a metro cubo d'effettivo volume misurato in opera dopo l'assestamento.

I vespai a camera d'aria e massetti di sottofondo ai pavimenti saranno computati a metro quadrato d'effettiva superficie.

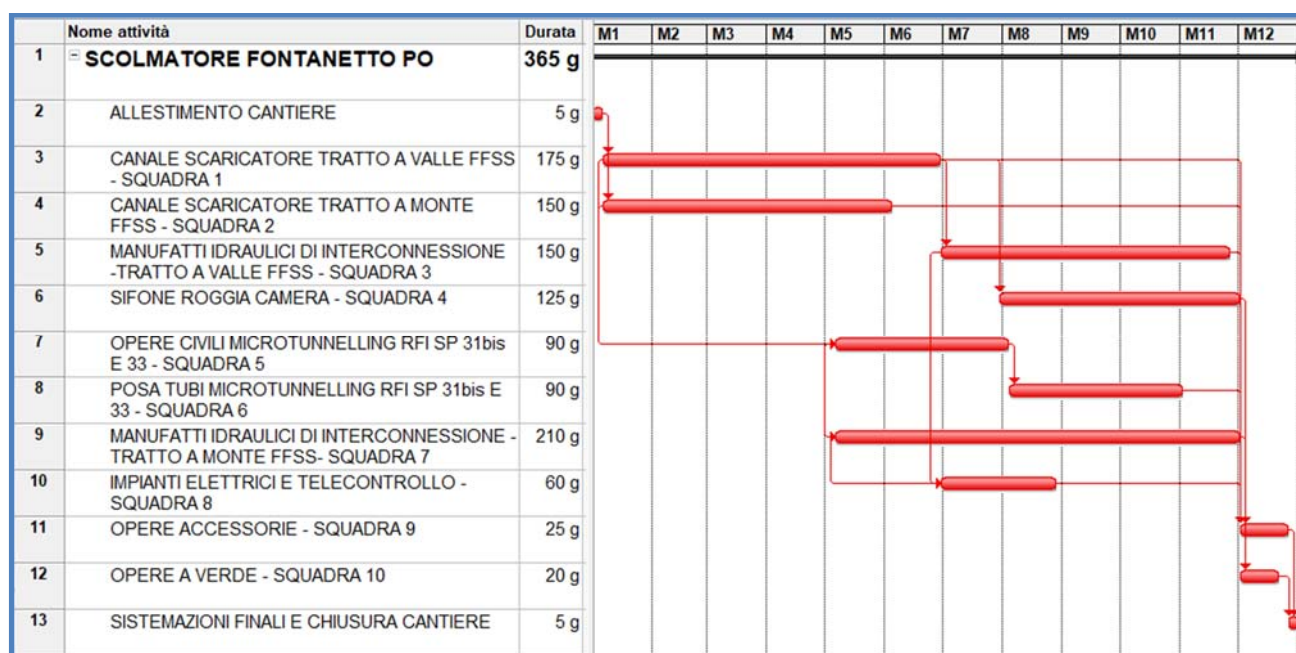
ALL. 1 - Cronoprogramma dei lavori

FASE 1:

Relativamente alla durata dei lavori si stima quanto segue (in giorni naturali consecutivi):

- allestimento cantiere: 5 gg;
- realizzazione canale scaricatore – tratto di valle: Squadra 1 175 gg;
- realizzazione canale scaricatore – tratto di monte: Squadra 2 150 gg;
- realizzazione manufatti idraulici di interconnessione di valle: Squadra 3 150 gg;
- realizzazione sifone roggia Camera: Squadra 4 125 gg;
- realizzazione sifone microtunnelling RFI e SP: Squadre 5-6 180 gg;
- realizzazione manufatti idraulici di interconnessione di monte: Squadra 7 210 gg;
- impianti e elettrici e telecontrollo: Squadra 8 60 gg;
- opere accessorie e opere a verde: Squadre 9-10 25 gg.
- sistemazioni finali: 5 gg.

Poiché molte lavorazioni risulteranno sovrapposte come rappresentato nel cronoprogramma seguente, la durata complessiva dei lavori risulterà pari a **365 giorni naturali e consecutivi**, corrispondente a 12 mesi di tempo contrattuale.



Tale durata non tiene conto della sospensione lavori nel periodo di irrigazione dei campi coltivati (prevalentemente risaie) nel seguente periodo: 15 aprile – 14 ottobre.

Il tempo complessivo presunto di durata del cantiere è quindi pari a 730 giorni naturali e consecutivi, con la seguente operatività:

- dal 15 ottobre al 14 aprile: cantiere aperto – realizzazione lavori.
- dal 15 aprile al 14 ottobre: cantiere chiuso (lavori sospesi).

Pertanto il tempo utile, a disposizione dell'Appaltatore, per la conclusione dei lavori è pari a 365 giorni naturali e consecutivi, da conteggiarsi nel periodo dal 15 ottobre al 14 aprile.

FASE 2:

Per l'eventuale realizzazione dei lavori di fase 2 sono previsti ulteriori 180 gg naturali e consecutivi (all'interno dell'arco temporale dal 15 aprile al 14 ottobre).

All'interno della ZSC IT1120007 e della ZPS IT1120029, per non interferire con il periodo riproduttivo dell'avifauna di interesse conservazionistico, non si potrà lavorare dal 15 marzo al 15 aprile.