Committente:

Città Metropolitana di Genova

Direzione Territorio e mobilità

Titolo:

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, secondo il nuovo codice degli appalti (D.Lgs 36/2023), degli interventi di messa in sicurezza idraulica (demolizione e ricostruzione) del ponte n. 1240, SP 26 della Valgraveglia, km 3+538, nel comune di Ne. CIG: B93A6AC50D CUP: D47H23000680001

Oggetto:

Disciplinare descrittivo prestazionale

Gruppo di lavoro

Ing.	D. Guerrieri	Geol.	C. Frediani
Ing.	R. Sguazzino	Arch.	G. Fiasella
Arch.	L. Corsini	Geom.	V. Spalierno
Arch.	J.M. Grinovero	Dot.sa	G. Carrodano
Ing.	M. Altilia	Ing.	D. Loria
Geom.	M. Bozzolo	Ing.	G. Sciarpa

Livello di progetto: FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Nome File: P007-26-F-DA-DDP-001-A

Codice progetto: P007-26

Elaborato n°: DDP-001

Firme:

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DELLA SPEZIA
DANIELE GUERRIERI
INGEGNERE
Civile ed Ambientale
Industriale
dell'Informazione
A 958

Rev:	Modifiche / Revisioni	Data	Redatto	Controllato	Approvato
A	PRIMA EMISSIONE	29/06/2026	DLR	LCO	DGU

19038 SARZANA (SP) - Via B.P.U. Muccini, 54A - T. +39 0187 610532
16121 GENOVA (GE) - Via Fieschi 9, VIII Piano - T. +39 010 5959690
P. iva 01236860118 - N. CCIAA 01236860118 - REA CCIA SP112013
Cap. Soc. €100.000 i.v. - info@itec-engineering.it

ISO 9001 - N°SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 - N°SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 - N° SCS 20-336/IAF 34
SA8000 - N° SA8000-230804 2023
UNI/PdR125:2022 - N°SCPG24-195

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

CAPITOLO 1 - OGGETTO, FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO - AFFIDAMENTO E CONTRATTO - VARIAZIONI DELLE OPERE 1

ART 1.1 – OGGETTO DELL'APPALTO 1

CAPITOLO 2 - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO 3

ART. 2.1 – AREE DA ADIBIRE A CANTIERE 3
ART. 2.2 – ASPETTI GENERALI 3
ART. 2.3 - TRACCIAMENTI 4
ART. 2.4 – MOVIMENTI DI TERRA 4
2.4.1) Prescrizione tecniche particolari 5
2.4.3) Controlli e Prove di laboratorio 10
2.4.4) Controlli sugli scavi 13
2.4.5) Controlli sui rinterri 14
2.4.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali 15
2.4.7) Preparazione del piano di posa dei rilevati 16
2.4.8) Rinterri 16
2.4.9) Scavi di fondazione o in trincea 17
2.4.11) Trasporti a discarica 18
ART. 2.5 – SCAVI IN GENERE 18
2.5.1) Controlli e Prove di laboratorio 20
2.5.2) Controlli sugli scavi 22
2.5.3) Scavi di fondazione o in trincea 23
2.5.4) Scavi a sezione ristretta 24
2.5.5) Controlli sui rinterri 25
2.5.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali 27
2.5.7) Rinterri 27
ART. 2.6 - DEMOLIZIONI 29
2.6.1) Premessa progettuale 29
2.6.2) Demolizione manuale e meccanica 29
ART. 2.7 – OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO 31
2.7.1) Generalità 31
2.7.2) Norme per il cemento armato normale 32
2.7.3) Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso 34
ART. 2.8 – TAGLIO DI ELEMENTI STRUTTURALI 34
ART. 2.9 – TAGLIO CON CAROTATRICI 35
ART. 2.10 - MICROPALI 35

2.10.1) Generalità 38
2.10.2) Soggezioni geotecniche ed ambientali 39
2.10.3) Tolleranze 40
2.10.4) Materiali 40
2.10.5) Modalità esecutive 42
2.10.6) Specifiche di controllo e qualità 46
ART. 2.11 – TUBAZIONI 55
2.11.1 - Tubazione di acciaio 59
2.11.2 - Tubazioni in pvc rigido non plastificato 60
2.11.3 – Tubazioni in PEAD 61
2.11.4 – Chiusini e griglie 62
2.12 – OPERE DI CARPENTERIA METALLICA 64
2.12.1 – Caratteristiche dei materiali 64
2.12.2 – Protezioni superficiali 66
2.12.3 – Modalità d'esecuzione 66

CAPITOLO 3 - PROVE SUI MATERIALI 68

ART. 3.1 - PREMESSA 68
ART. 3.2 - CALCESTRUZZI 68
3.2.1) Resistenza meccanica - Rottura a compressione 71
3.2.2) Resistenza meccanica - Rottura a flessione 72
3.2.3) Resistenza meccanica - Rottura a trazione indiretta (prova brasiliana) 72
3.2.4) Misura fisica - Prova di abbassamento al cono (slump test) 73
3.2.5) Misura fisica - Massa volumica del CLS fresco 74
ART 3.3 PROVE SUI PALI 75
3.3.1) Prove preliminari e prove in corso d'opera 76
3.3.2) Prove di carico 77
ART 3.4 PROVE SU ACCIAI 83
3.4.1 Prove di trazione – su spezzoni da cemento armato 85
3.4.2 - Prove meccaniche - resistenza al distacco del nodo per reti e tralicci elettrosaldati 85
3.4.3 – Prove meccaniche – piegamento e raddrizzamento 86
3.4.4 - Prove e misure speciali - Resilienza di Charpy a temperatura ambiente ed a freddo 87

CAPITOLO 4 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI 88

ART. 4.1 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) 88
ART. 4.2 – SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE 88

CAPITOLO 1 - OGGETTO, FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO - AFFIDAMENTO E CONTRATTO - VARIAZIONI DELLE OPERE

ART 1.1 – OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di una serie di interventi per la messa in sicurezza idraulica (demolizione e ricostruzione) del ponte n. 1240, SP 26 della Valgraveglia, km 3+538, nel comune di Ne

Il presente progetto è stato sviluppato a seguito del sopralluogo effettuato dalla Città Metropolitana sul ponte della SP 26 in attraversamento del torrente Chiesanuova, dal quale sono emerse criticità riconducibili al mediocre stato di conservazione dell'impalcato esistente. L'intervento è finalizzato sia al ripristino delle condizioni strutturali dell'opera sia al miglioramento delle condizioni idrauliche del tratto tombinato, in coerenza con quanto previsto negli studi idraulici precedentemente redatti e in continuità con le opere già realizzate nei lotti posti a monte.

Il progetto prevede la demolizione e la ricostruzione del ponte esistente mediante la realizzazione di un nuovo impalcato a travi incorporate, caratterizzato da uno spessore ridotto rispetto alla struttura attuale. Tale soluzione consente di incrementare la sezione utile di deflusso e di migliorare il comportamento idraulico dell'attraversamento. Prima dell'avvio delle opere principali sarà necessario procedere allo spostamento dei sottoservizi interferenti, al fine di consentire l'esecuzione delle lavorazioni in sicurezza e senza interferenze.

La realizzazione del nuovo ponte avverrà per fasi successive, garantendo il mantenimento della circolazione stradale a senso unico alternato durante l'intera durata del cantiere.

Principali interventi previsti

- Spostamento e riposizionamento dei sottoservizi interferenti con le opere di progetto.
- Demolizione dell'impalcato esistente e realizzazione del nuovo ponte lungo la SP 26.
- Realizzazione di un impalcato a travi metalliche incorporate nella soletta in calcestruzzo, con riduzione dello spessore complessivo della struttura.
- Costruzione delle nuove spalle mediante fondazioni profonde su micropali, poste a tergo delle strutture esistenti.
- Posa delle nuove tubazioni dei sottoservizi alloggiate in apposite nicchie laterali ispezionabili.

- Rifacimento della sovrastruttura stradale mediante stesa di binder e tappeto di usura.
- Esecuzione delle opere in due fasi distinte (lato valle e successivamente lato monte) per garantire la continuità del traffico veicolare.
- Parziale demolizione delle spalle esistenti all'interno del tratto tombinato.
- Realizzazione di nuove arginature interne caratterizzate da geometrie più regolari e meno invasive.
- Ampliamento e regolarizzazione della sezione idraulica al fine di incrementare la capacità di deflusso delle portate.
- Regolarizzazione dell'alveo mediante movimentazione del materiale depositato e rimozione dell'eventuale materiale in eccesso con conferimento presso impianti autorizzati.

L'insieme degli interventi consentirà di migliorare sia la sicurezza strutturale dell'attraversamento sia l'efficienza idraulica del tratto tombinato, riducendo le interferenze al deflusso e incrementando la capacità di smaltimento delle portate del torrente Chiesanuova.

CAPITOLO 2 - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

ART. 2.1 – AREE DA ADIBIRE A CANTIERE

L'onere della richiesta in concessione delle aree che dovranno essere adibite a cantiere spetta all'appaltatore, il quale dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli eventuali oneri imposti dall'Amministrazione ed a quelli eventualmente imposti da altri enti competenti.
Le aree medesime dovranno essere adibite esclusivamente ad uso cantiere per i lavori appaltati e quindi non potranno, per nessuna circostanza, essere destinate – sia pure temporaneamente – ad altro uso.
L'Impresa non potrà richiedere alcun compenso aggiuntivo per qualsiasi onere derivante dalla distanza tra l'area di cantiere e la zona delle lavorazioni per le movimentazioni dei mezzi.
Gli eventuali oneri che ne dovessero derivare, inclusi quelli della concessione, sono a carico dell'Impresa. L'Amministrazione appaltante affiderà all'impresa le aree di cantiere per il previsto tempo di esecuzione dei lavori e con tutte le limitazioni previste nel presente capitolato.
L'esecuzione dei lavori con mezzi particolari eventualmente in possesso dell'impresa non potrà costituire, da parte dell'appaltatore, motivo di richiesta di indennizzi o maggiori oneri.
L'impresa esecutrice potrà avviare i lavori d'appalto solo previo ottenimento della concessione delle aree di cantiere per le quali è tenuta a presentare debita istanza alla Stazione Appaltante e previo ottenimento dell'Ordinanza della Capitaneria di Porto di autorizzazione dell'occupazione dello specchio acqueo.
La riconsegna delle aree avverrà a valle del conseguimento dell'iter tecnico-amministrativo, ivi compreso il certificato di collaudo e/o di regolare esecuzione.
L'Impresa dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli oneri della assegnazione ed a quelli eventualmente imposti dalle Autorità Militari e dalla Amministrazione. Gli oneri che ne derivano sono a carico dell'Impresa senza che ciò possa dare diritto ad alcun compenso aggiuntivo.
Al fine di evitare interferenza delle attività del cantiere con l'ambiente esterno, l'appaltatore dovrà delimitare le aree di cantiere.

ART. 2.2 – ASPETTI GENERALI

Le lavorazioni previste nel presente appalto devono essere complete di tutti gli apprestamenti e materiali descritti nel presente capitolato e nelle voci di riferimento di cui ai prezziari di riferimento (Prezzario Regione Liguria 2026). In caso di discordanza tra le descrizioni del presente capitolato e quelle di E.P. vale la soluzione più vantaggiosa per

la Stazione Appaltante e, comunque, quella che meglio rappresenta la finalità dell'opera senza che ciò possa essere elemento di richiesta per ulteriori oneri da parte dell'impresa appaltatrice. **In merito ai riferimenti normativi riportati nei prezzari di riferimento e nel presente capitolato si precisa che eventuali riferimenti a leggi sorpassate e/o abrogate devono essere riferite a quelle attualmente in vigore per lo stesso argomento senza che per questo l'impresa possa accampare alcun onere aggiuntivo rispetto a quanto già in appalto**.

ART. 2.3 - TRACCIAMENTI

Prima di procedere alle opere d'appalto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti come indicato negli elaborati grafici.

A suo tempo dovrà pure posizionare, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione dei Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

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

ART. 2.4 – MOVIMENTI DI TERRA

Definizioni e classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Scavi
- Rinterri
- Ritombamenti

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

Nel prezzo d'appalto sono considerati compensati, oltre al costo delle demolizioni, anche quello relativo alla movimentazione del materiale in cantiere, il carico su mezzo di trasporto, il trasporto a discarica e le spese di conferimento.

2.4.1) Prescrizione tecniche particolari

Scavi in genere

Per scavo s'intende l'enucleazione, rimozione e trasporto di terreni di qualsiasi natura e di materiali litoidi che rientrino nelle seguenti categorie :

- terreni vegetali ed organici, suoli, riporti artificiali di varia natura
- terreni sciolti e granulari anche se addensati o con modesta cementazione
- terreni coesivi, a comportamento plastico, in formazioni spazialmente omogenee, o alternati a modesti livelli di materiale granulare cementato
- materiali litoidi alterati nonché masse rocciose fessurate, con orientamento non preferenziale delle fessure con separazione della massa in blocchi di dimensione non superiore ad un metro cubo, non cementati

Si intendono materiali litoidi quei materiali rocciosi coerenti e compatti che debbono necessariamente essere scavati con l'ausilio di macchine ad azione demolitrice, ripper, demolitori, fioretti, martelli pneumatici, cunei idraulici, miscele espansive, etc…. Sono comprese anche le rocce in strati alternati nelle quali la presenza di fessurazioni e/o alterazioni non rechi pregiudizio alla compattezza dell'intera massa, ovvero con presenza di cemento, di consistenza litoide, nelle fessure.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, o con mezzi meccanici.
Nella esecuzione dei lavori di scavo l'APPALTATORE dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

a) Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisionale secondo quote e pendenze di progetto.
   L'appaltatore avrà cura che il fondo dello scavo sia compattato secondo le indicazioni del progetto .

b) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della DIREZIONE LAVORI, ove previsto dal PCQ, prima di procedere a fasi di lavoro successive.
   Nel caso in cui questa prassi non venisse rispettata la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'APPALTATORE di rimettere a nudo le parti occultate senza che questi abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere.

c) Provvedere alla demolizione e/o rimozione dei trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili.

d) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove in sito ed analisi di laboratorio.

e) Provvedere a propria cura e spese allo smaltimento in discarica autorizzata del materiale scavato non riutilizzato o non riutilizzabile;

f) Provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che l'APPALTATORE intendesse riutilizzare, purché idoneo.
E' inteso incluso anche l'eventuale onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla DIREZIONE LAVORI, il deposito ordinato e la ripresa dei materiali.

g) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

h) Provvedere, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, nel rispetto del piano di sicurezza ed in conformità alle norme di sicurezza.

i) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campioni, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente deviate.

j) Provvedere ad un adeguato drenaggio per evitare accumuli d'acqua nel fondo dello scavo, nonché' ad aggottamento dell'acqua ove si rendesse necessario. L'APPALTATORE dovrà mantenere durante i lavori tutti i drenaggi funzionanti in modo da assicurare la fuoriuscita dell'acqua. I danni al lavoro conseguenti a infiltrazioni d'acqua dovute alla mancata realizzazione di idonei drenaggi dovranno essere immediatamente rimediati dall'APPALTATORE a sue spese.

Rinterri

Per rinterri si intendono:

- la bonifica di zone di terreno non adeguato, al disotto del piano di posa di manufatti, delle trincee e dei rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni del sottosuolo con materiale idoneo o mediante il trattamento degli stessi con calce;

- il riempimento di scavi provvisori eseguiti per la realizzazione di fondazioni, cunicoli, pozzetti, e quanto altro;

- la sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

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

a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita quando prevista dal progetto, e ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo (per es. un terreno altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche) e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto o a prescrizioni contrattuali.

b) La bonifica dovrà essere eseguita utilizzando i seguenti materiali; con riferimento alla classifica CNR-UNI 10006:

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

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

   Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm. (materiale sciolto); per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto).

   Dopo la compattazione, il valore della densità secca (AASHTO Modificata CNR-BU n. 69) dovrà essere almeno pari a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; infine il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto g).

c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'APPALTATORE dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1, A2-4 ed A3 (UNI-CNR 10006).

d) Il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà essere effettuato con materiale idoneo opportunamente compattato, secondo le prescrizioni del progetto.

e) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

f) La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali idonei sia provenienti dagli scavi che di fornitura dell'APPALTATORE, e dovrà essere effettuata con spandimento a strati procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

g) Per la formazione del corpo dei rilevati potranno essere impiegati frammenti rocciosi delle dimensioni non maggiori di 20 cm così da poter formare strati dello spessore massimo di 50 cm. Da un punto di vista litologico è da escludere l'impiego di materiali provenienti da marne, argilliti, filladi e micascisti o da rocce soggette a fenomeni di alterazione.

3.4.2) Prescrizioni ed oneri generali

a) In merito alla individuazione dei materiali provenienti dagli scavi e riutilizzabili per la costruzione delle opere in terra, sarà cura ed onere dell'APPALTATORE, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini allo scopo di fornire alla DIREZIONE LAVORI una esauriente documentazione sia per quanto attiene le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che per quanto concerne la disponibilità in funzione delle esigenze quantitative e temporali derivanti dal programma di esecuzione dei lavori.
Qualora i quantitativi dei materiali individuati fossero insufficienti alle esigenze di costruzione, sarà cura dell'APPALTATORE presentare anche un'analoga documentazione relativa alle cave di prestito.

b) La provenienza ed il tipo di materiale da utilizzare dovranno essere preventivamente comunicati alla DIREZIONE LAVORI;

c) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per i rinterri ed i rilevati.

d) In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a ridosso delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.
In particolare, si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino ad una distanza inferiore a 1.5 m. da opere preesistenti.
A ridosso dei manufatti l'APPALTATORE dovrà usare mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

e) Sarà cura dell'APPALTATORE fare effettuare le prove in sito e di laboratorio previste dalla "Specifica di Controllo Qualità", così come quelle integrative che la DIREZIONE LAVORI ritenesse necessarie per accertare la qualità del lavoro.

f) Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste dalla "Specifica di Controllo Qualità".
Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

g) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione delle opere di drenaggio definitive ed alla realizzazione di tutte le opere provvisionali (well-point, palancolate, deviazioni, aggottamenti, etc.) atte a garantire la qualità del lavoro da eseguire ed a garantire altresì il regolare deflusso delle acque.

h) Sarà cura dell'APPALTATORE, provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito, così come di quelli provenienti dagli scavi.

i) Nel caso in cui, in qualsiasi fase di lavoro, siano rinvenuti oggetti o materiali di valore od oggetti tutelati dalle leggi vigenti, l'APPALTATORE dovrà scrupolosamente attenersi a quanto prescritto dal Contratto.

k) Sarà onere dell'APPALTATORE provvedere alla profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli ed alla costruzione degli arginelli se previsti, nonché alla

maggiorazione delle dimensioni di progetto dei rilevati, per tener conto dell'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle previste nel progetto costruttivo.

l) Sarà onere dell'APPALTATORE il trasporto e lo smaltimento a discarica autorizzata di tutto il materiale di risulta (non idoneo al riutilizzo o comunque esuberante) proveniente dagli scavi o da scarti di vagliatura del materiale accantonato per il riutilizzo.

m) Sarà cura dell'APPALTATORE, durante tutte le fasi di lavorazione, provvedere alla protezione e conservazione dei manufatti esistenti ed all'eventuale ricostruzione, in caso di danneggiamento o temporanea rimozione, nello stato in cui si trovavano prima della effettuazione dei lavori.

n) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla pulizia, manutenzione e ripristino del manto stradale, sia relativamente alle strade di cantiere che alla viabilità esterna, in modo da preservare l'integrità delle superfici stradali percorse dai mezzi dell'APPALTATORE e di garantire costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza.

o) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere programmare i lavori conformemente alle fasi costruttive previste in progetto e verificare che i dati provenienti dal monitoraggio in corso d'opera siano rispondenti a quelli previsti in progetto. Nel caso in cui si verifichino delle differenze, dovrà essere tempestivamente informata la DIREZIONE DEI LAVORI. Sarà inoltre onere dell'APPALTATORE raccogliere e consegnare alla DIREZIONE DEI LAVORI i dati del monitoraggio, con cadenza almeno mensile.

2.4.3) Controlli e Prove di laboratorio

Prove di laboratorio preventive

Nel prezzo d'appalto si intendono compresi gli oneri per le prove di laboratorio preventive sui materiali da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali e per ogni altro tipo di materiale da movimentare (sia esso movimentato nell'ambito del cantiere sia esso trasferito a discarica).

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;

- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286);

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		*Ultimo strato di cm 30*			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumi-ca in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omo-geneità dei materiali portati a rilevato						

In relazione al materiale da trasferire a discarica o a sito di riutilizzo l'impresa avrà l'obbligo di effettuare preventivamente le prove chimiche sul materiale (test di cessione).

Controlli

L'incidenza delle prove definita nelle specifiche di Controllo Qualità deve ritenersi come livello minimo; tale incidenza dovrà essere incrementata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato o rinterro e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Il personale addetto dovrà essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.
Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata e capiente distaccata presso il cantiere dell'APPALTATORE ed accessibile alla DIREZIONE LAVORI.

Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'APPALTATORE.

I modelli da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli, completi dei relativi certificati sono allegati al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre di un P.C.Q. approvato dalla DL, per ogni opera da eseguire.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato, ed allegato al P.C.Q. e farà parte del dossier di qualità dell'opera.

Per le prove in situ, su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- le caratteristiche identificative del lotto testato
- la data di esecuzione del test
- i risultati ottenuti
- il nome e firma del controllore

Per le prove di piastra su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;

- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

L'esito di tutte le prove e di tutti i controlli effettuati dovrà essere trasmesso alla DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali e per l'esecuzione delle prove in situ.

2.4.4) Controlli sugli scavi

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Scavi a mano o a macchina

Sono richiesti i seguenti controlli:

- Controllo sulla geometria:

Questo controllo sarà eseguito dall'APPALTATORE durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee e piani di posa delle opere in terra) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni, lo stato delle superfici e le quote di progetto.
I risultati delle verifiche finali saranno annotati con la data e la firma del verificatore sull'apposita scheda prevista dal P.C.Q.

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m^2 o su lotti di scavo di 1000 m^2.

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.

La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m^2 o su lotti di scavo di 1000 m^2.

2.4.5) Controlli sui rinterri

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso al presente documento.

Controlli sui materiali

Sono richiesti i seguenti controlli:

Prima della posa in opera dei materiali da utilizzare dovrà essere controllato che essi appartengano alle classi ritenute idonee per il tipo di rinterro da effettuare. Il controllo dovrà essere effettuato con le seguenti frequenze minime:

- materiale proveniente da scavo:
  una prova ogni 3.000 mc.

- materiale proveniente da cava:
  non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'APPALTATORE e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale) emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q. Il controllo sulla tipologia del materiale si ridurrà quindi al controllo del certificato

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

- Controllo dello spessore degli strati:

Si dovrà misurare lo spessore dello strato di materiale da compattare (materiale sciolto) e controllare che siano rispettati i valori previsti nei paragrafi precedenti.
Il controllo dovrà essere effettuato per ogni strato steso e almeno ogni 200 m.

2.4.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidita ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

2.4.7) Preparazione del piano di posa dei rilevati

Preparazione Piano di posa dei Rilevati compreso lo scavo di scorticamento per una profondità media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione ceppaie carico, trasporto a rifiuto od a reimpiego delle materie di risulta anche con eventuale deposito e ripresa, compattamento del fondo dello scavo fino a raggiungere la densità prescritta, il riempimento dello scavo ed il compattamento dei materiali all'uopo impiegati fino a raggiungere le quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto compreso ogni onere. Con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito e/o dagli scavi.

2.4.8) Rinterri

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.
Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.
Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.
Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.
Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.
Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi,

spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo
Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.
A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.
Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

2.4.9) Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.
In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
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 trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti 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 falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo. Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste

armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.
L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.
Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

2.4.11) Trasporti a discarica

I trasporti a Discarica o da Cava di Prestito sono inclusi nei singoli articoli di Elenco Prezzi riferiti ai trasporti a discarica per qualsiasi distanza dal perimetro del lotto.
Sono, inoltre, compresi in appalto i costi degli oneri di conferimento.

La quantità del materiale è considerata in banco. Non saranno compensati extra costi derivanti dall'incremento del materiale successivamente allo scavo.

Qualora l'impresa e/o la committenza individuino, durante le lavorazioni, dei siti di deposito i costi di discarica verranno adeguatamente rivalutati senza che l'impresa possa accampare, per ciò, alcun onere aggiuntivo.

Tutti i costi riferiti alla discarica verranno compensati, unicamente, a seguito della presentazione della copia del formulario timbrata/vidimata dalla discarica. Senza la presentazione di tale copia nessun costo della discarica verrà riconosciuto all'impresa.

L'importo previsto per la discarica è indipendente dal CER del materiale da conferire.

ART. 2.5 – SCAVI IN GENERE

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla realizzazione di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:
- rilevati;
- opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi a sezione ristretta.

Gli scavi potranno essere eseguiti sia a mano che con mezzi meccanici.
Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.
L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.
Comunque, il sistema di scavi per l'apertura della sede stradale, qualunque sia la natura del terreno ed il mezzo di esecuzione, deve essere tale da non provocare franamenti e scoscendimenti.
Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fugatori.
Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".
Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.
Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.
La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

2.5.1) Controlli e Prove di laboratorio

Prove di laboratorio preventive

Nel prezzo d'appalto si intendono compresi gli oneri per le prove di laboratorio preventive sui materiali da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali e per ogni altro tipo di materiale da movimentare (sia esso movimentato nell'ambito del cantiere sia esso trasferito a discarica).

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286);

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		*Ultimo strato di cm 30*			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000

* Su prescrizione delle Direzione Lavori

** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

In relazione al materiale da trasferire a discarica o a sito di riutilizzo l'impresa avrà l'obbligo di effettuare preventivamente le prove chimiche sul materiale (test di cessione).

Controlli

L'incidenza delle prove definita nelle specifiche di Controllo Qualità deve ritenersi come livello minimo; tale incidenza dovrà essere incrementata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato o rinterro e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Il personale addetto dovrà essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.
Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata e capiente distaccata presso il cantiere dell'APPALTATORE ed accessibile alla DIREZIONE LAVORI.

Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'APPALTATORE.

I modelli da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli, completi dei relativi certificati sono allegati al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre di un P.C.Q. approvato dalla DL, per ogni opera da eseguire.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato, ed allegato al P.C.Q. e farà parte del dossier di qualità dell'opera.

Per le prove in situ, su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento
- le caratteristiche identificative del lotto testato
- la data di esecuzione del test
- i risultati ottenuti
- il nome e firma del controllore

Per le prove di piastra su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

L'esito di tutte le prove e di tutti i controlli effettuati dovrà essere trasmesso alla DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali e per l'esecuzione delle prove in situ.

2.5.2) Controlli sugli scavi

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Scavi a mano o a macchina

Sono richiesti i seguenti controlli:

- Controllo sulla geometria:

Questo controllo sarà eseguito dall'APPALTATORE durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee e piani di posa delle opere in terra) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni, lo stato delle superfici e le quote di progetto.
I risultati delle verifiche finali saranno annotati con la data e la firma del verificatore sull'apposita scheda prevista dal P.C.Q.

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.

La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2 o su lotti di scavo di 1000 m^2.

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2. o su lotti di scavo di 1000 m^2.

2.5.3) Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.
In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
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 trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti 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 falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.
L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche

tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

2.5.4) Scavi a sezione ristretta

Fatto salvo quanto già specificato al capitolo "disposizioni tecniche riferite all'appalto" che qui si intende interamente richiamato, sono denominati i movimenti terra eseguiti generalmente all'aperto con particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi chiusi ed occorrenti per l'impianto di opere d'arte;

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.
Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione dei Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.
Se gli scavi di fondazione dovessero essere eseguiti, ove ragioni speciali lo richiedessero, con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, in tal caso non sarà computato né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito, né il conseguente maggior volume di riempimento.
È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.
L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.
Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 17/01/2018.
I sistemi per l'allontanamento dell'acqua dagli scavi dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.
Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.
L'impresa provvederà a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà a sua cura e spesa, adempiere agli obblighi previsti dalle norme vigenti in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

2.5.5) Controlli sui rinterri

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso al presente documento.

Controlli sui materiali

Sono richiesti i seguenti controlli:

Prima della posa in opera dei materiali da utilizzare dovrà essere controllato che essi appartengano alle classi ritenute idonee per il tipo di rinterro da effettuare. Il controllo dovrà essere effettuato con le seguenti frequenze minime:

- materiale proveniente da scavo:
  una prova ogni 3.000 mc.

- materiale proveniente da cava:
  non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'APPALTATORE e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale) emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q. Il controllo sulla tipologia del materiale si ridurrà quindi al controllo del certificato

- Controllo della densità secca:

– Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato

- Controllo del modulo di deformazione:

– Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato

di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

- Controllo dello spessore degli strati:

Si dovrà misurare lo spessore dello strato di materiale da compattare (materiale sciolto) e controllare che siano rispettati i valori previsti nei paragrafi precedenti.
Il controllo dovrà essere effettuato per ogni strato steso e almeno ogni 200 m.

2.5.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche gia stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneita dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidita ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalita previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilita al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles;. sara ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale da porre in opera.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale posto in opera

2.5.7) Rinterri

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.
Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.
Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.
Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.
Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo
Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo
Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.
A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.
Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

ART. 2.6 - DEMOLIZIONI

2.6.1) Premessa progettuale

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione si procederà all'analisi ed alla verifica della struttura da demolire verificando in particolare:

- la localizzazione; la destinazione funzionale; l'epoca a cui risale l'opera; i materiali costruttivi dell'opera; la presenza di impianti tecnologici; la tipologia costruttiva dell'opera.

Analizzate le opere del manufatto sarà necessario definirne l'entità della demolizione e le condizioni ambientali in cui si andrà ad operare, in base a:

- dimensione dell'intervento; altezza e dimensione in pianta dei manufatti da demolire; ambiente operativo; accessibilità del cantiere; spazio di manovra; presenza di altri fabbricati.

2.6.2) Demolizione manuale e meccanica

La demolizione dovrà avvenire con l'utilizzo di attrezzature e macchine specializzate:

- attrezzi manuali,
- macchine di piccole dimensioni adatte ad esempio per ambienti interni (demolizione manuale),
- macchine radiocomandate se in ambienti ostili (demolizione meccanica),
- grandi macchine munite di appositi strumenti di frantumazione o taglio.

In ampi spazi sarà possibile l'uso di escavatori a braccio alto (high reach) per la demolizione di strutture di notevole altezza, o di escavatori da demolizione per strutture meno estese verticalmente.

Tutti gli attrezzi e le macchine, a prescindere dal tipo di controllo (manuale o meccanizzato), dovranno essere in ottimo stato di efficienza e manutenzione e rispettare i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme UNI di riferimento (UNI EN ISO 11148).

Salvo l'osservanza delle Leggi e dei Regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in

seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

Art. 3.6.3) Strutture e manufatti

Le demolizioni di strutture e manufatti in muratura di qualsiasi genere e/o cls (armati e non), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.
Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori:
• scalpellatura a mano o meccanica;
• martello demolitore;
Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.
Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.
L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri NON dovranno essere tagliati se non preventivamente richiesto dalla DL.

Dei materiali di risulta potranno essere reimpiegati quelli ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

Art. 3.6.4) Rimozioni

Risultano a completo carico dell'Impresa le rimozioni intese come:
• smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti, cancelli metallici e ringhiere disposte lungo l'area sulla quale intervenire;
• smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione, eventualmente interferenti con le lavorazioni;
• lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc.,

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili.

Nel prezzo pattuito a corpo sono compresi gli oneri per il ripristino finale delle porzioni rimosse.

ART. 2.7 – OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

2.7.1) Generalità

Impasti di Calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.
La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.
Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.
Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.
L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.
L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.
L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.
Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.
Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.
I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.
Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

Controlli sul Calcestruzzo

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.
Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.
Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:
- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.
Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Resistenza al Fuoco
Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

2.7.2) Norme per il cemento armato normale
Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Armatura delle travi
Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.
Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad Ast = 1,5 b mm^2/m essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.
In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Copriferro e interferro
L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.
Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.
Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni
Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.
La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:
- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.
Per barre di diametro Ø›32 mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.
Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.
In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

2.7.3) Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).
Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.
Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.
L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

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

ART. 2.8 – TAGLIO DI ELEMENTI STRUTTURALI

Il taglio di elementi in cemento armato, pietra, muratura e simili, deve consentire la demolizione di elementi evitando il traferimento delle vibrazioni.
Il taglio dovrà essere effettuato con macchine idonee e con requisiti di sicurezza conformi alla norma UNI EN 12418, dotate di filo o disco diamantato e/o carotaggio e potranno essere utilizzate anche per l'apertura di porte, finestre e simili, di rostri, monoliti, diaframmi divisori, ecc.
Il taglio servirà per ottenere con massima precisione prevalentemente tagli non circolari, contrariamente al carotaggio, di qualsiasi materiale e spessore. Con il taglio-filo e il pantografo si potranno ottenere anche tagli semicircolari per l'esecuzione di tagli ad arco.

ART. 2.9 – TAGLIO CON CAROTATRICI

La realizzazione di fori passanti (carotaggio) potrà essere eseguita per le seguenti casistiche:
- per il collegamento tra elementi strutturali
- per il sovralzo di muri di calcestruzzo
- per il sovralzo di muri in pietrame
- per il collegamento di elementi strutturali o di rivestimento al substrato roccioso

Le operazioni dovranno garantire assenza di vibrazioni dannose e di polvere, operatività anche in posizioni difficili ed in ambienti angusti, perforazioni anche su strutture di forte spessore e buona precisione.

ART. 2.10 - MICROPALI

Campo di applicazione
All'interno delle opere di progetto previste, i micropali saranno utilizzati per la realizzazione delle opere provvisionali a sostegno degli scavi da realizzare sul tratto stradale ed a valle di alcuni fabbricati prospicienti l'area ferroviaria.
Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro < 300 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.
Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:
- Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive
- Micropali a semplice cementazione

Definizioni
a) ***Micropali a iniezione multipla selettiva***
Si definiscono micropali ad iniezione multipla selettiva quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.
b) ***Micropali a semplice cementazione***
Si definiscono micropali a semplice cementazione quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.
L'armatura metallica può essere costituita:
- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

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

Normativa di riferimento

- I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative e, dove applicabili, a tutte quelle indicate nelle sezioni di capitolato richiamate nel testo:
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, Dic. 1984.
- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL PP N° 30483 del 24/09/1988 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL.PP. n° 218/24/3 "Legge 02/02/74 n° 64 - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11/3/1988: "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".
- Decreto ministero Lavori Pubblici n° 55/1992
- Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988
- Norma UNI 7163 – 1979
- Norma UNI 4634: Prescrizioni per la qualifica dei saldatori
- Norma ASTM D1 143-81: "Standard test method for piles under static axial compressive loads"
- Raccomandazione dell'Associazione geotecnica Italiana sui pali di fondazione del Dicembre 1984
- Norma UNI 71 63-1 979
- Norma DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.
- D.M. 17 gennaio 2018, e circolare n 7 c.ss.ll.pp del 21/01/19.

Oneri e prescrizioni generali

Prima di dare inizio ai lavori l'APPALTATORE dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.

a) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.

b) Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo)

c) L'APPALTATORE dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).

d) Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'APPALTATORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie (vedi sezione prove preliminari).

e) Sarà cura dell'APPALTATORE apporre adeguati contrassegni, opportunamente spaziati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.

f) Sarà cura dell'APPALTATORE adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE evitare che l'installazione dei pali arrechi danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

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

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

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

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

L'APPALTATORE dovrà inoltre essere indicati i m^3 gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro onde poter riscontrare le difformità tra i

valori gettati e quelli attesi. Tali dati dovranno essere trasmessi alla DL. Eventuali anomalie dovranno essere riportate sul progetto "as built".

2.10.1) Generalità

I micropali eseguiti con attrezzo di perforazione f220 dovranno essere eseguiti anche in presenza di acqua, compresa la riperforazione del foro in caso di franamenti eventualmente facendo ricorso, ove necessario alla posa in opera della camicia metallica (con eventuale perdita della stessa).

Nell'esecuzione dei lavori si dovranno porre in atto tutti gli accorgimenti necessari ad evitare dannose dispersioni delle polveri e dei materiali di risulta delle perforazione nelle aree circostanti l'intervento: in particolare si dovrà aver cura di non produrre il travaso di eventuali fluidi reflui di perforazione entro le acque del marine. All'uopo sarà onere dell'Appaltatore provvedere ad idonei sistemi di contenimento e regimentazione di detti fluidi reflui entro porzioni d'area ben confinate nell'alveo e da queste mediante adeguati sistemi di pompaggio effettuarne il sollevamento e la canalizzazione forzata verso la rete fognaria.
Entro il foro di trivellazione dovrà essere posta in opera un'orditura metallica costituita da profilati tubolari secondo le verifiche strutturali allegate in acciaio di qualità S 355 JR (ex-Fe 510) e, qualora necessario, congiunti fra loro a mezzo di manicotto filettato di diametro adeguato, con preparazione dei bordi.
In sommità le testate dei pali dovranno essere muniti di orditure aggiuntive di collegamento con le orditure delle strutture cui si riferiscono; dette orditure integrative, in acciaio B 450C (ex Fe B 44K controllato), di diametro e sagoma come a progetto esecutivo, saranno realizzate con monconature all'uopo sagomate e saldate ai profilati tubolari di orditura longitudinale.
L'esecuzione del getto della malta cementizia sarà eseguito a bassa pressione ed iniettato con tubo di getto collegato alla pompa di iniezione.
In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.
L'iniezione dovrà essere eseguita con malta antiritiro dosata a 400 kg di cemento R325 (ed eventuali additivi secondo le esigenze) per mc di sabbia vagliata ed iniettata a mezzo di gruppo miscelatore a pressione regolabile secondo le necessità di impiego fino ad un massimo di tre volte il volume teorico risultante dalla perforazione (le quantità in appresso riportate sono invariabili anche qualora vi siano riportati dati inferiori nelle voci di elenco prezzi).
La malta d'iniezione dovrà comunque avere resistenza cubica non inferiore a 300 daN/cm² e dovrà essere confezionata e trasportata con un ritmo tale da consentire il getto completo di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile.

In alternativa alla miscela di sabbia e cemento sarà possibile impiegare una malta di solo cemento dosata a 40 l di acqua ogni 100 kg di cemento R325 con resistenza cubica anch'esse non inferiore a 300 daN/cm² a 28 gg.

2.10.2) Soggezioni geotecniche ed ambientali

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura dei terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.
Per la presenza di terreni di natura prettamente granulare nel sito in cui sarà prevista la realizzazione degli stessi, sarà necessario impiegare il rivestimento provvisorio per sostenere le pareti del foro e garantire la corretta esecuzione dei micropali.
Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:
- acqua
- fanghi bentonitici
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DIREZIONE LAVORI.

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

cu > ▒ H/3
dove:
▒ = peso di volume totale; per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà' determinato con prova di compressione semplice
La perforazione “a secco” e ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.
La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovra consolidati.
Nel caso di impiego della roto percussione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo Sistema KLEMM),

L'APPALTATORE dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parte I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.
In caso contrario per modalità di impiego della roto percussione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI, a sua discrezione, potrà richiedere all'APPALTATORE di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico del medesimo APPALTATORE.

2.10.3) Tolleranze

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:
- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm
- scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico: ± 2 %
- lunghezza: ±15cm
- diametro finito: ± 5%
- quota testa micropalo: ±5 cm.

2.10.4) Materiali

Le specifiche che seguono integrano le prescrizioni elencate per le armature in acciaio, per le malte in calcestruzzo e per i conglomerati cementizi, che si intendono qui integralmente richiamate.
I micropali costruiti dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Tubi in acciaio
E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.
I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'APPALTATORE dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.
Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori ▤ 8 mm.

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

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai .valori degli standard commerciali (12¸14m).
Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme citate.
La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

Malte e miscele cementizie di iniezione

- Cementi:
Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno secondo quanto prescritto nella sez. relativa ai conglomerati cementizi.
- Inerti:
Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.
In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini,
polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.
Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.
- Acqua di impasto:
Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimico-fisiche dovranno soddisfare quanto prescritto alla sezione relativa ai conglomerati cementizi.
- Additivi:
E' ammesso l impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla DIREZIONE LAVORI per informazione.

Preparazione delle malte e delle miscele cementizie:

a) *Carattersitiche di resistenza e dosaggi:*

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:
Rck ≥ 35 MPa
A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:
a/c ≤ 0.45

b) *Composizione delle miscele cementizie:*

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 mc di prodotto, dovrà essere la seguente:
acqua: 5,4 kN
cemento: 12 kN
additivi: 0,1¸0,2 kN
con un peso specifico pari a circa:
▒ = 18 kNt/m^3

c) *Composizione delle malte cementizie:*

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un efficace miscelazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 mc di prodotto finito:
acqua: 2,7 kN
cemento: 6 kN
additivi: 0,05¸0,01 kN
inerti: 11¸13 kN

d) *Impianti di preparazione:*
Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

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

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

2.10.5) Modalità esecutive

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

Micropali a iniezioni multiple e selettive (IRS)

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

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min. e 25 bar, rispettivamente.
Nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:
- portata > l0 m^3 /min
- pressione 8 bar.

- Allestimento del micropalo:
Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando La circolazione dei fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.
Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.
Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.
Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

- Iniezione:
La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.
a) Formazione della guaina
Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno dei tubo di armatura.
b) Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati
Trascorso un periodo di 12 - 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.
Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.
La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.
Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).
I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.
Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 - 24 ore.
Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

c) Caratteristiche degli iniettori
Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
- pressione max di iniezione : 100 bar
- portata max : 2 m3/ora
- n. max pistonate/minuto : 60.

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

- Controlli e documentazione:
Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:
- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
utensile
fluido
rivestimenti
- caratteristiche dell'armatura
- volume dell'iniezione di guaina
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
data
pressioni di apertura
volumi di assorbimento
pressioni raggiunte
- caratteristiche della miscela utilizzata: composizione
peso specifico
viscosità Marsh
rendimento volumetrico o decantazione
dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

Micropali asemplice cemetazione (IGU)

- Perforazione:

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

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

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

- portata > l0 m^3 /min
- pressione 8 bar.

- Allestimento del micropalo:

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

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

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

- Cementazione:

a) Riempimento a gravità

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

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

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

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

b) Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.
Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.
In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

- Controlli e documentazione:
Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:
- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
utensile
fluido
rivestimenti
- caratteristiche dell'armatura
- volume della miscela o della malta
- caratteristiche della miscela o della malta utilizzata:
composizione
peso specifico
viscosità Marsh
rendimento volumetrico o decantazione
dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

2.10.6) Specifiche di controllo e qualità

Campi di applicazione
La presente procedura è applicabile alle seguenti tipologie esecutive:

Micropali
- Cementati con iniezioni multiple
- A cementazione semplice

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

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

- Armatura in ferro:
Le armature metalliche sono definite nel progetto esecutivo dei micropali.
Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di qualifica dei ferri d'armatura.
Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.
L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni lotto di armature per micropali.

- Tubi e profilati in acciaio:
Le prescrizioni tecniche e le relative specifiche progettuali sono definite nei disegni di progetto.
L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, e richiesta nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.
Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

- Malte e miscele cementizie:
Le miscele potranno provenire già preconfezionate da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.
In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

Controlli in fase di realizzazione
- Controlli preliminari:
Prima dell'inizio della posa in opera dei micropali l'APPALTATORE deve consegnare alla DIREZIONE LAVORI una documentazione che contenga:
- rilievi stratigrafici del terreno;
- una relazione con la quale, in base alle caratteristiche stratigrafiche del terreno attraversato si specifichino le modalità di perforazione ritenute più adatte;

- l'elenco e la specifica tecnica delle attrezzature da impiegare;
- i risultati di eventuali prove preliminari di perforazione eseguite con le stesse modalità ed attrezzature proposte;
- effettuazione di campo prove per taratura dei parametri geotecnici assunti a base del progetto, ove richiesto dal progettista e concordati con la DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI potrà chiedere prove integrative o modifiche alla suddetta proposta operativa.

- Controlli in fase di realizzazione:
a) Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:
- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.
- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;
- verifica delle caratteristiche della miscela, mediante prove;
- verifica della immediata formatura della guaina cementizia subito dopo la immissione dell'armatura;
- verifica del tempo minimo di stagionatura della guaina (12 - 24 ore);
- verifica della pressione massima e delle portate d'iniezione;
- verifica dei volumi d'iniezione e della pressione di rifiuto, prescritta dal progetto.

A valle delle operazioni di getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:
- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume dell'iniezione di guaina;
- tabella delle iniezioni selettive con l'indicazione per ogni valvola e per ogni fase di:

- data
- pressione di apertura,
- volumi di assorbimento,
- pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
- composizione,
- peso specifico,

- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.
-

b) Micropali a semplice cementazione

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:
- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.
- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;
- controllo del diametro dell'armatura tubolare.

Per il riempimento effettuato a gravità, si dovranno inoltre mettere in atto le seguenti attività:
- controllo del raggiungimento della corretta quota del tubo di alimentazione (10 ¸ 15 cm. dal fondo);
- controllo che l'armatura tubolare abbia un diametro inferiore a 50 mm. per iniezioni di malta con inerti fini o miscela cementizia pura;
- verifica del riempimento totale con effettuazione degli eventuali rabbocchi, se necessari.

Per il riempimento effettuato a bassa pressione, si dovranno invece mettere in atto le seguenti attività:
- verifica della completezza del riempimento entro il rivestimento provvisorio;
- verifica della corretta installazione della testa a tenuta;
- controllo della corretta pressione d'immissione dell'aria;
- controllo del riempimento totale.

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

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume iniettato;
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
- composizione,

- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

- Tipologia e frequenza delle prove per la miscela di iniezione:
Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:
- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

Per ogni lotto, costituito da un medesimo impasto di miscela di iniezione, dovranno essere effettuate le seguenti prove:
- composizione
- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- resistenza a compressione.

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

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

Questa serie di controlli è sostanzialmente di tre tipi:

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

I tre tipi di controlli sono utilizzati per garantire che i lotti di pali in esame diano sufficienti garanzie di resistenza e rispetto delle performances richieste dal progettista.
Essi non possono peraltro essere utilizzati per tutti i tipi di palo, in quanto i controlli di tipo sonico possono essere eseguiti soltanto su pali di medio e grande diametro. L'esecuzione di tutte le prove previste e richiedenti particolari predisposizioni dei pali, in accordo al progetto, al Capitolato di Costruzione ed alla presente Specifica debbono essere tassativamente previste e programmate prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

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

- Prove di carico:

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

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

a) Prove a carico limite

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

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

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

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

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

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

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

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

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

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

b) Prove di collaudo

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

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

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

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

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

L'APPALTATORE dovrà concordare con la DIREZIONE LAVORI numero, localizzazione e modalità di esecuzione della prova dei pali da sottoporre a collaudo, all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.
Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo equivalenti dal punto di vista geotecnico e comunque deve essere almeno pari al 4 % del totale dei pali, con un minimo di N. 2 pali per opera.
L'APPALTATORE al termine dell'esecuzione dei pali proporrà i pali da sottoporre a prove di carico. La DIREZIONE LAVORI, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pali, e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pali dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pali da sottoporre a prova di carico.

Prima della prova il Responsabile di C.Q. dovrà verificare:
- preparazione della testa palo in accordo ai punti (micropali);
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico, come specificato.
All'atto della prova egli dovrà poi controllare:
- la corretta applicazione del carico, in accordo alla documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI, come già specificato.

Alla fine delle prove il responsabile di C.Q. dovrà redigere una scheda, da allegare al P.C.Q. che contenga, per ogni palo provato, i seguenti dati:
- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore.
- il dossier completo con tutte le tabelle complete tempo/carico/cedimento come specificato, per i diversi tipi di palo.

- Prove di controllo sonico:
Le prove di controllo sonico consistono in:
- carotaggio sonico
- prove cross-hole.

a) Carotaggio sonico

- Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.
La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m in verticale

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

- Modalità di esecuzione
La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.
Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.
A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

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

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazione in funzione degli avanzamenti;

b) Prove cross hole

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

Per l'esecuzione della prova e necessario aver predisposto almeno due tubi all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto.
Utilizzando 3 tubi disposti ai vertici di un triangolo equilatero è possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.

- Frequenza di esecuzione
L'appaltatore dovrà predisporre, secondo le indicazioni della DL e prima dell'esecuzione del getto, il 50% dei pali per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole".
L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo.
Il controllo dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti scelti dalla DL. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL.
Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

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

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

- Prove di ammettenza meccanica:

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del palo.
I pali soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della DIREZIONE LAVORI.
La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pali non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

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

La risposta è simultaneamente misurata mediante un rilevatore di velocità fissato alla periferia del palo.
L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.
Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.
Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.
Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.
La curva ottenuta è funzione del modulo Ec del conglomerato cementizio, della rigidezza dei terreno laterale di appoggio e della geometria del palo.

- Documentazione prodotta
La documentazione da produrre consisterà in una scheda, analoga a quella descritta per le prove soniche, nella quale, oltre ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, siano anche riportati tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

ART. 2.11 – TUBAZIONI

Con il termine "tubazioni" si intende il complesso dei tubi e dei pezzi speciali costituente l'intera rete di adduzione dell'acqua. L'accettazione, la verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al D.M. 12 dicembre 1985 e successive modifiche ed integrazioni.
A tale scopo l'Impresa, dopo la consegna dei lavori, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà impegnarsi a dare libero accesso, nella propria azienda, alla Direzione Lavori, perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.
Prima di ordinare i materiali, l'Impresa dovrà presentare, alla Direzione dei Lavori, in tre copie, i disegni esecutivi dei materiali che intende fornire, inerenti al tubo protettivo, al tipo di giunzione, ai pezzi speciali, alle flange ed ai giunti di dilatazione e dielettrici. Insieme ai disegni, dovranno essere consegnati i calcoli di stabilità secondo le richieste del Direttore dei Lavori.
All'interno di ciascun tubo o pezzo speciale dovranno essere leggibili, impressi con tinta indelebile:

- una sigla identificante l'Amministrazione,

- la sigla del fabbricante;
- la data di fabbricazione;
- il diametro interno;
- la pressione di esercizio e la massima pressione di prova.
- Le tubazioni in acciaio dovranno contenere anche le seguenti indicazioni:
- lo spessore;
- la sigla dell'acciaio impiegato;
- la lunghezza delle tubazioni;
- il peso;
- il numero della colata.

Tutte le tubazioni di trasporto delle acque reflue e chiarificate dovranno essere in inox AISI 316L.
Si richiamano le seguenti norme UNI, a carattere generale e valide per quanto attinenti alla fornitura dei materiali nel progetto in esame: UNI ISO 6708; UNI ISO 7268; UNI 1282; UNI 1283; UNI EN ISO 6412/1÷2; UNI 5634; UNI EN 24006; UNI EN 24185; UNI EN 29014.
La costruzione delle condotte dovrà essere eseguita nel rispetto delle indicazioni fornite nel D.M. 12 dicembre 1985 sulle "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alla Circolare Ministeriale 20 marzo 1986, n. 27291.
Gli elementi dovranno essere realizzati come da progetto approvato dalla Direzione Lavori e sviluppati secondo gli schemi e le indicazioni che la stessa o suoi tecnici incaricati daranno durante le fasi progettuali e di esecuzione.
L'Impresa dovrà rispettare scupolosamente le Leggi e le normative di dimensionamento, calcolo e verifica vigenti all'atto dell'installazione, con particolare attenzione per quanto attiene la durabilità dell'opera nelle particolari condizioni di esercizio dell'impianto realizzato.
Di seguito si riportano le indicazioni suddette.

Fornitura diretta delle tubazioni da parte della Stazione Appaltante
In caso di fornitura diretta delle tubazioni, la Stazione Appaltante effettuerà le ordinazioni - tenendo conto del programma di esecuzione dei lavori - in base alle distinte risultanti dai rilievi esecutivi presentati dall'Appaltatore a norma dell'articolo "*Oneri e Obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore*".
La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo delle opere in dipendenza anche della consegna delle forniture; e comunque non assume nessuna responsabilità circa eventuali ritardi nella consegna delle forniture, per cause ad essa non imputabili, rispetto alle previsioni.
La consegna delle forniture dirette della Stazione Appaltante avverrà, a criterio insindacabile della Stazione Appaltante stessa, su banchina franco porto oppure su vagone franco stazione ferroviaria oppure franco camion, su strade statali, provinciali o comunali, oppure franco fabbrica. In quest'ultimo caso la consegna sarà effettuata da incaricati della Stazione Appaltante subito dopo il collaudo della fornitura, al quale potranno intervenire incaricati dell'Appaltatore.

A collaudo avvenuto e ad accettazione della fornitura, l'Appaltatore - quando è prevista la consegna franco fabbrica - può disporne alla Ditta fornitrice l'immediata spedizione con l'adozione dei provvedimenti necessari a garantire che i materiali rimangano assolutamente integri durante il trasporto. Diversamente la Stazione Appaltante disporrà la spedizione direttamente nel modo che riterrà più opportuno, a spese dell'Appaltatore, preavvertendolo.
All'atto della consegna, l'Appaltatore deve controllare i materiali ricevuti e nel relativo verbale di consegna che andrà a redigersi deve riportare eventuali contestazioni per materiali danneggiati (anche se solo nel rivestimento) nei riguardi della fabbrica o delle Ferrovie dello Stato o dell'armatore della nave o della ditta di autotrasporti).
L'Appaltatore dovrà provvedere nel più breve tempo possibile allo scarico da nave o da vagone o da camion - anche per evitare spese per soste, che rimarrebbero comunque tutte a suo carico oltre al risarcimento degli eventuali danni che per tale causale subisse la Stazione Appaltante - e poi al trasporto con qualsiasi mezzo sino al luogo d'impiego compresa ogni e qualsiasi operazione di scarico e carico sui mezzi all'uopo usati dall'Appaltatore stesso.
I materiali consegnati che residueranno alla fine dei lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante - con relativo verbale in cui sarà precisato lo stato di conservazione di materiali ed al quale sarà allegata una dettagliata distinta degli stessi - con le modalità che saranno da questa, o per essa dalla Direzione dei Lavori, stabilite.
Per i materiali che a lavori ultimati risulteranno non impiegati né riconsegnati alla Stazione Appaltante oppure che saranno riconsegnati ma in condizioni di deterioramento o danneggiamento, sarà effettuata una corrispondente operazione di addebito, al costo, sul conto finale.

Ordinazione

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.
L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.
L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.
"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori in oggetto e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.
Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".
L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta

fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.
I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.
L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura
L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano” nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.
Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.
La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311, UNI EN 10312, UNI EN 1123-1-2, UNI EN 1124-1-2-3, UNI EN 10224, UNI EN 13160-1.

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

2.11.1 - Tubazione di acciaio

Le tubazioni in acciaio saranno utilizzate in entrambe le fasi, provvisoria e definitiva, per la realizzazione delle condotte per il trasporto del gas in bassa e media pressione.

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN 10224, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm², e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori).

I tubi in acciaio saldato dovranno essere conformi alla norma UNI EN 10312 e corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circolare Ministero Lavori Pubblici 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.
Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con DN <= 125 mm o sferico per tubi con DN >= 150 mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione.

Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa.
Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m. nella misura massima dell'8% sull'intera fornitura; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera.

Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio).

I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle norme UNI EN 10224.

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.
All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo

Pezzi speciali d'acciaio
I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.
L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm²; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

2.11.2 - Tubazioni in pvc rigido non plastificato

Le tubazioni in PVC saranno utilizzate per la realizzazione della nuova rete fognaria. Il punto di partenza di tale rete sarà in una sezione a posta 100 m a monte dell'implacato di progetto ed avrà recapito in un pozzetto esistente posizionato 20 m a valle della zona di intervento.

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.
I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN ISO 1452-3 o UNI 1401-1.

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

2.11.3 – Tubazioni in PEAD

Le tubazioni in PEAD saranno principalmente utilizzate con funzionamento in pressione per la realizzazione delle nuove reti relative alle condotte acquedottistiche. Inoltre si utilizzeranno dei cavidotti composti da corrugati in PEAD per il passaggio delle reti elettriche, fibra e illuminazione pubblica.

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere con valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di 8 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201, e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli. I tubi in PEAD sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.
Per l'acquedotto saranno impiegati tubi della classe per la corrispondente pressione nominale PN = 12,5 kgf/cm^2.
Per la fognatura saranno impiegati tubi previsti dalle norme UNI

2.11.4 – Chiusini e griglie

Si prevede l'installazione di chiusini per la copertura di pozzetti di progetto per la realizzazione della condotta fognaria e per la realizzazione di pozzetti di ispezione per le reti di fibra, rete elettrica e illuminazione pubblica.

I chiusini per la copertura dei pozzetti della nuovo tratto di fognatura nera prevista in progetto, dovranno essere in ghisa sferoidale a norma UNI EN 1563 o in ghisa a grafite lamellare, saranno conformi alle norme UNI EN 1433 e UNI 4544/79 con resistenza a rottura indicata negli elaborati progettuali, comunque, conforme alle norme UNI EN 124, prodotti in stabilimenti ufficialmente certificati a norma ISO 9001 e provvisti di certificato corrispondente.
I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni come da progetto, con fori e asole di fissaggio, muniti di guarnizione di tenuta in polietilene; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm; i coperchi saranno comunque muniti di chiave pentagonale con disegno antisdrucciolo sulla superficie superiore e marcatura corrispondente al carico adottato.

I chiusini e le griglie dovranno essere della classe di resistenza indicata a progetto; sono ammesse forniture con classe di resistenza superiore previa autorizzazione della D.L. Il suggello di chiusura dovrà aderire perfettamente al telaio, senza dar luogo a spostamenti o movimenti di sorta al passaggio di carichi stradali. Ove indicato i chiusini potranno essere a tenuta stagna ed eventualmente con sistema di chiusura con serratura.

Inoltre i chiusini dovranno risultare privi di irregolarità, di soffiature, incrinature, vaiolature, stuccature, porosità e di qualsiasi altro difetto.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma)
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600)
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 ql. di cemento tipo 425 per m3 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 dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 quintali di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio. I Chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei 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.

L'Appaltatore è tenuto a sostituire i pezzi che risultino imperfetti e che subiscano rotture o guasti sia prima che dopo la posa in opera e ciò fino alla data di approvazione del collaudo se trattasi di imperfezioni imputabili alla natura dei chiusini; l'Appaltatore sarà di conseguenza responsabile dei danni che deriveranno alla Stazione Appaltante od a terzi nel caso di rottura o di mancata o ritardata sostituzione dei pezzi in questione.

2.12 – OPERE DI CARPENTERIA METALLICA

Il presente capitolato si applica a tutte le strutture in acciaio, comprese le carpenterie metalliche delle sezioni miste acciaio-calcestruzzo- destinate alla realizzazione di ponti, viadotti, cavalcavia. Per l'acciaio impiegato in galleria si rimanda la capitolato specifico.

Il presente capitolato è di riferimento inoltre, alle opere minori realizzate in carpenteria metallica quali, ad esempio, passerelle, portali, coperture, ecc.. Diversamente, non si applica alle lamiere grecate e ai profilati a freddo.

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nelle NTC, nel presente capitolato e nella norma UNI EN 1090-2 (laddove questa non sia in contrasto con le NTC o con le indicazioni riportate nel presente capitolato) e nelle norme da queste richiamate, tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- Ai sensi del par. 11.3.4.5 e della tabella 11.3.XI delle NTC le opere in parola sono strutture soggette a fatica corrispondenti al livello D della citata tabella.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 la classe di esecuzione sarà la EXC3.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 il grado di preparazione delle superfici sarà, salvo diversa disposizione della Direzione Lavori, P2.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 la classe delle tolleranze geometriche funzionali sarà la "classe 1".

2.12.1 – Caratteristiche dei materiali

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere conformi al par. 11.3.4.1 (marcatura CE) delle NTC. Si potranno utilizzare anche materiali innovativi per i quali il produttore e/o il Centro di Trasformazione potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (rif. caso"C)" del par. 11.1 delle NTC).

I materiali impiegati saranno conformi alle vigenti NTC e a quanto indicato nel progetto esecutivo, integrato dalle prescrizioni del c.a.p. 5 della UNI EN 1090-2 e da quanto segue.

Per i piatti non sono richieste condizioni più rigorose di quanto indicato al primo capoverso del par. 5.3.3 della UNI EN 1090-2 e la tolleranza sullo spessore dovrà essere, con rif. al par. 5.3.3 della UNI EN 1090-2, di classe A.

Tutti i bulloni dovranno essere forniti da un unico produttore per l'intero appalto e avere coefficiente K-class pari a 2 (per bulloneria ad attrito).

Le tipologie di acciaio da impiegare nelle strutture saldate dovrà corrispondere al seguente schema (rif. norma UNI-EN-10025) tipologico:

- S275 JO/J2G1;
- S355 JO/J2G1/K2G1/K2G1.

Dove i primi 4 codici alfanumerici indicano la destinazione d'uso dell'acciaio (S=strutturale) e la resistenza caratteristica allo snervamento (275/355 N/mm2),calcolata per spessori fino a 16mm), mentre i rimanenti codici rappresentano la qualità degli acciai in relazione alla saldabilità e ai valori di resilienza secondo quanto riportato nelle NTC e nella UNI EN 10025.

La scelta della qualità degli acciai in relazione alla saldabilità e ai valori di resilienza è indicata nel progetto esecutivo o, laddove mancante, verrà determinata sulla base della temperatura di minima impiego della opera Ti=Tmin-5°C. La temperatura Ti andrà chiaramente indicata nelle relazioni del progetto d'officina.

La temperatura Tmin è definita come temperatura minima invernale dell'aria nel sito della costruzione con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di adeguate indagini statistiche basate su dati specifici relativi al sito in esame, Tmin dovrà essere calcolata in base alle espressioni riportate nell'Appendice A del presente Capitolato.

Sulla base del valore Ti ottenuto, verrà determinata la resilienza secondo quanto riportato in UNI EN 10025.

In mancanza delle suddette valutazioni sul valore di Ti, le qualità degli acciai non dovranno essere inferiori alla seguente tabella, valida per profili composti saldati:

	sp < 20 [mm]	20 [mm] <sp < 40 [mm]	sp > 40 [mm]
S275	JO	J2	K2
S355	JO	J2	K2

Per profili laminati e per piastrame non saldato, si potranno utilizzare materiali di grado JO.

In alternativa agli acciai sopra citati, è ammesso l'impiego di materiale autoprotetto, in funzione dello spessore, del tipo S355JOW, S355J2G1W, S355K2G1W, aventi caratteristiche meccaniche equivalenti a quelle dell'acciaio S355JO, S355J2G1 e S355K2G1 UNI-EN 10025.

2.12.2 – Protezioni superficiali

Tutte le strutture in acciaio non autopatinabile dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle specifiche di cui alla sezione “Verniciature” delle presenti Norme Tecniche e, laddove non in contrasto con i precedenti documenti, al c.a.p. 10 e all’appendice F della UNI EN 1090-2.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto esecutivo o, in mancanza di indicazioni specifiche, l’Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

2.12.3 – Modalità d’esecuzione

Per l’esecuzione dell’opera l’Appaltatore si atterrà ai capitoli da 6 a 9 della norma UNI EN 1090-2.

CAPITOLO 3 - PROVE SUI MATERIALI

ART. 3.1 - PREMESSA

Tutte le prove sui materiali e sulle opere costruite funzionali al rilascio dei certificati di regolare esecuzione o ai collaudi sono a carico dell'impresa e, oltre a quelle minime di legge, possono essere richieste dalla DL, anche in addendum al numero minimo richiesto, senza che l'impresa possa accampare ulteriori oneri rispetto a quelli previsti in contratto.

Tutti i materiali devono essere tradotti, a cura e spese dell'impresa, a Laboratorio certificato preventivamente accettato dalla Stazione Appaltante o da essa indicato.

L'impresa deve provvedere alla tenuta in cantiere di tutti i verbali di prelievo necessari per l'accettazione dei materiali, siano essi strutturali che non strutturali.

Qualora l'impresa posi un materiale non accettato dalla DL, quest'ultimo ha la facoltà di far eseguire i campioni necessari fino alla completa demolizione di quanto non autorizzato. In ogni caso l'impresa non può accampare alcun ulteriore onere rispetto a quanto pattuito in appalto.

Le presenti norme si intendono estese anche alle prove richieste per altri materiali e/o impianti riportate in atri capitoli del presente capitolato prestazionale.

ART. 3.2 - CALCESTRUZZI

Per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione dei seguenti parametri caratteristici:

Classe di resistenza del calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17 gennaio 2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica (f_{ck}) e cubica (R_{ck}) a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici.

Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica f_{ck}	Resistenza caratteristica cubica R_{ck}
	[N/mm²]	[N/mm²]
Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55 [Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
Classe di resistenza minima per strutture precompresse		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75 [Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

Il direttore dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche di calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

Tipologie di controlli

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A o di tipo B.

Controllo di tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100

m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controllo di tipo B
Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m^3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).
Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo.
Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Si ricorda che un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario al confezionamento di 2 cubetti (provini). La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo.

Esito del controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	**Controllo di tipo B**
Rc min ≥ Rck - 3,5	
Rcm28 ≥ Rck + 3,5 (numero prelievi : 3)	Rcm28 ≥ Rck + 1,48 s (numero prelievi ≥ 15)
Dove: Rcm28 = resistenza media dei prelievi (N/mm^2) Rc min = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2) s = scarto quadratico medio	

Prelievo dei provini
Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione sarà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvederà alla redazione di

apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare riferimento a tale verbale.
La domanda di prove al laboratorio dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

3.2.1) Resistenza meccanica - Rottura a compressione

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare il valore di rottura a compressione su provini di conglomerato cementizio indurito di forma cubica e/o cilindrica.
In merito alla preparazione, al riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la conservazione ed il trasporto dei provini, si veda la UNI EN 12390-2. Per il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, il loro esame, la loro preparazione per le prove di resistenza a compressione, si veda invece la UNI EN 12504-1.
Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.
La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione é la UNI EN 12390-3

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.
Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

L'apparecchiatura da utilizzare per la prova di compressione dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma UNI EN 12390-4.
Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.
Riportato il provino in posizione di contrasto col piatto superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm^2sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati, ed in merito si provvederà a trascrivere anche il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento).

I residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

3.2.2) Resistenza meccanica - Rottura a flessione

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a trazione per flessione su provini prismatici di conglomerato cementizio indurito con carico concentrato al centro del provino.
La norma di riferimento da seguire per la prova di flessione é la UNI EN 12390-5.

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.
Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.
Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm^2sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

3.2.3) Resistenza meccanica - Rottura a trazione indiretta (prova brasiliana)

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare il valore della resistenza a trazione su provini di conglomerato cementizio indurito cubici e/o provini cilindrici.
La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione indiretta é la UNI EN 12390-6.

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonchè la data di prova.
Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

La forza di compressione sarà applicata lungo un segmento: per provini cubici il segmento viene compresso secondo le mezzerie di due facce parallele tramite due rulli di diametro pari allo spigolo del provino; per provini cilindrici la condizione viene realizzata collocandoli con l'asse orizzontale parallelo ai piatti della pressa e quindi comprimendoli secondo due opposte generatrici ad una velocità di prova che deve essere comunque pari a 50 N/cm^2sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

3.2.4) Misura fisica - Prova di abbassamento al cono (slump test)

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare la consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misurazione dell'abbassamento al cono. Il calcestruzzo fresco è compattato in uno stampo a forma di tronco di cono. Lo stampo è sfilato verso l'alto e l'abbassamento del campione fornisce una misura della consistenza del calcestruzzo.
La norma di riferimento da seguire per la prova di abbassamento al cono é la UNI EN 12350-2.

Modalità esecutive
La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare:

- uno stampo per formare il campione che dovrà essere di metallo non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e con spessore di almeno 1,5 mm. Il suo interno deve essere liscio ed esente da sporgenze quali chiodature ed ammaccature. Lo stampo deve avere forma di tronco di cono cavo con le seguenti dimensioni interne con tolleranza di ± 2 mm:

- diametro della base inferiore pari a 200 mm;
- diametro della base superiore pari a 100 mm;
- altezza pari a 300 mm.

Le basi inferiore e superiore dello stampo devono essere aperte, parallele fra di loro e ad angolo retto con l'asse del cono. Per poter tenere fermo lo stampo, questo deve essere munito di due maniglie nella parte superiore e di ganci di fissaggio alla piastra di base oppure di staffe sulle quali appoggiare i piedi. Lo sblocco degli eventuali ganci di fissaggio deve avvenire senza che si determini alcun movimento dello stampo stesso o alcuna interferenza con il calcestruzzo che si sta abbassando;

- una barra di costipazione, a sezione circolare, diritta, in acciaio, avente diametro di (16 ± 1) mm, lunghezza di (600 ± 5) mm ed estremità arrotondate;
- un imbuto (opzionale), di materiale non assorbente non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e corredato da un collare per consentire di collocare l'imbuto sullo stampo;
- un'asta, graduata da 0 mm a 300 mm, a intervalli non maggiori di 5 mm, con il punto zero ad una delle estremità;
- una piastra/superficie di base, piastra o altra superficie su cui collocare lo stampo, non assorbente, rigida e piana;
- una sessola.

Si presterà particolare attenzione alla procedura di riempimento del cono, avendo cura di farlo con stratificazioni successive e ben assestate con la barra di costipazione, in modo uniforme e coerentemente alle indicazioni di tempistica dettate dalla norma di riferimento.

La prova si intenderà valida solo se si ottiene un abbassamento vero, ottenendo cioè un calcestruzzo che rimane sostanzialmente intatto e simmetrico nei limiti dell'abbassamento consentito, non cedendo o scorrendo per taglio. In quest'ultimo caso deve essere utilizzato un altro campione e ripetere la prova.
Gli esiti e i relativi valori di abbassamento andranno annotati e registrati per ciascun provino.

3.2.5) Misura fisica - Massa volumica del CLS fresco

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare sia in laboratorio che in cantiere la massa volumica del calcestruzzo fresco compattato.
La norma di riferimento da seguire per la prova di massa volumica é la UNI EN 12350-6.

Modalità esecutive
La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare un contenitore a tenuta stagna con sufficiente resistenza a flessione (ad esempio apparecchio per misura dei pori d'aria) con una superficie interna liscia e un bordo liscio. Il bordo e il fondo devono essere paralleli.

La dimensione minore del contenitore deve essere pari come minimo a quattro volte la dimensione nominale massima dell'inerte grossolano del calcestruzzo, ma non deve essere comunque inferiore a 150 mm. Il volume deve essere come minimo pari a 5 litri.

Si determinerà il peso del contenitore (m1) con una bilancia (precisione 0,10 %). Si verserà quindi il campione di calcestruzzo nel contenitore per poi costiparlo secondo le prescrizioni, si raserà il calcestruzzo traboccante con una riga, con un movimento a sega e si peserà il contenitore pieno (m^2) con la stessa bilancia di precisione.

Riferimenti per il calcolo
Il calcolo della massa volumica è effettuato in base alla seguente formula:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

dove:
D = massa volumica del calcestruzzo fresco, in kgm^3;
m1= massa del contenitore, in kgm^3;
m2= massa del contenitore più la massa del campione di calcestruzzo nel contenitore, in kg;
V= volume del contenitore, in m^3.

ART 3.3 PROVE SUI PALI

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'impresa e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

Pali di prova
Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero di $MANUAL$; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.
Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo 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 significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico

Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.
Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.
Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

3.3.1) Prove preliminari e prove in corso d'opera

Prove Preliminari
La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.
Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera o soggezioni ambientali, l'idoneità di tali attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive dovranno essere verificate mediante l'esecuzione di prove preliminari su campo prova.

Prove in corso d'opera
Sui pali di fondazione, ad esclusione di quelli sollecitati prevalentemente da azioni orizzonatali, devono essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamentom sotto le azioni di progetto.
Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1.5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.
La presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1.2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.
Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. in ogni caso per ciascun sistema di fondazione il numero complesivo 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 pèiù prossimo al valore 5+n/500, se il numero di pali è superiore a 500.

Fermo restando il numero complessivo delle prove di caricominimo siopra indicato, il numero di prove di carico statiche può essere ridotto se sono eseguite prove di caricop dinamiche sostitutive, da tarare con quelle statiche di progetto su pali pilota, e siano effettuati controlli non didtruttivi su almeno il 50% dei pali, per verificarne lunghezza, integrità strutturale. in ogni caso, deve essere eseguita almeno una prova di carico statica.
per fondazioni su pali di opere che ricadono in condizioni ambientali particolarmente sever, quali ad esempio le strutture offshore con elevato battente d'acqua,l si può fare riferimento a specifiche normative di comprovata validità.

Tutti gli oneri relativi all'esecuzuione delle prove preliminari e delle prove in corso d'opera sui pali, sono completamente a carico dell'Appaltatore.

3.3.2) Prove di carico

Generalità
Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.
Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:
- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

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

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

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

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera. Tuttavia per la scelta del numenro dei pali da sottoporre a prova, si rimanda alle indicazioni fornite dal D.M. 17/01/2018. par 6.4.3.7.2.
I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Prove su Micropali (Prove di carico assiale)

Scelta dei carichi di prova:
I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.
Di norma il massimo carico di prova Pprova sarà
- Pprova = 1.5 Pesercizio
- Pprova = Plim

ove con Plim si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno

Attrezzature e dispositivi di prova:

a) Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico
Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.
I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (< 3mesi).
Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:
- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:
M 1.2 Pprova/g = 0.12Pprova
La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidezza sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.
In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:
- pali di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna palificata definitiva);
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

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

L'APPALTATORE, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;
Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.
Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.
Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.
Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.
Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.
È raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

b) Dispositivi per la misura dei cedimenti
Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a 120° intorno all'insieme palo-terreno.
Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.
Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.
Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.
Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.
È ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:
- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.
Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

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

- Preparazione dei micropali da sottoporre a prova:
I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc...
Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.
Si provvederà quindi a fissare sulla testa dei micropali una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

a) Realizzazione del contrasto
La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.
L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.
Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.
Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

- Programma di carico:
Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.
Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.
1° CICLO
a) Applicazione di "n" (n) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes.
b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
t = 0 (applicazione del carico)
t = 2'
t = 4'
t = 8'
t = 15'
si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (t = 15'):
s 0.025 mm.
c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore: quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'.

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

2° CICLO
- Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes
- Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'
- Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'
- Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico come in "c"
- Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico con letture a t = 0, 5', 10', 15' e 30'.

3° CICLO
Applicazione di "m" (m ≥ 9) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim). In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
Il carico Pprova, quando è < Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'.
Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:
s (Plim) ≥ 2 ·s (Plim -≥P)
s (Plim) ≥ 0.2 d + sel
dove:
d= diametro del micropalo
sel = cedimento elastico del micropalo

Pali trivellati di grande diametro

Sui pali trivellati si eseguiranno prove tipo Cross Hole. Il metodo di prova si basa sulla registrazione continua di segnali di frequenza ultrasonica dopo l'attraversamento di sezioni di calcestruzzo: esso richiede la predisposizione del palo su tutta l'altezza, prima del getto, con tre (o più) tubi diametro 1' ed un quarto neri, filettati e manicottati tipo Fretz-Moon e similari.

Tali tubi saranno inseriti nella gabbia d'armatura prima della sua posa in opera, ai vertici di un triangolo equilatero, legati all'interno delle spirali e dovranno restare approssimativamente parallele anche dopo la loro messa in opera ed il getto successivo del palo. Entro tali tubi verranno fatte scorrere, durante l'esecuzione delle prove, apposite sonde da 25 mm di diametro e 30 cm di lunghezza: i tubi dovranno quindi essere liberi da ostacoli e successivamente riempiti con acqua chiara.
Il metodo adottato dovrà consentire di rappresentare il segnale di ricezione in maniera globale per la valutazione dell'omogeneità delle sezioni esaminate.
Sui pali trivellati è prevista inoltre una prova di carico non distruttiva con celle di Osterrberg.
Compreso la predisposizione di idoneo sistema idraulico necessario per la messa in pressione della cella per tutta la lunghezza del palo, l'impiego di trasduttori di tipo LVWDTs nel numero non inferiore a 3 unità posizionati tra la piastra inferiore e la piastra superiore della cella di carico, l'impiego di n. 2 strain gauges e relativi materiali accessori per il collegamento tra la piastra superiore della cella e la testa del palo, i collegamenti necessari, le attrezzature di carico e misura adeguate. Compreso altresì ogni altro materiale di consumo, ogni onere e magistero per lo svolgimento della prova, ogni attrezzatura necessaria, l'assistenza e la supervisione per le varie fasi di svolgimento dell'intervento, l'impiego di personale tecnico specializzato, la redazione dell'apposita relazione descrittiva, nonché il rilascio del report finale sulla prova svolta.

Ancoraggi - Micropali
Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.
Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.
La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.
La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori

ART 3.4 PROVE SU ACCIAI

Gli acciai per cemento armato sono classificati in due diverse tipologie:

- Acciaio per cemento armato di tipo B450C;
- Acciaio per cemento armato di tipo B450A.

Acciaio per cemento armato di tipo B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- fy nom = 450 N/mm2;
- ft nom = 540 N/mm2.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	$\geq f_{y\,nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	$\geq f_{t\,nom}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento $(f_t / f_y)_k$	$\geq 1{,}15$ $< 1{,}35$	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale $(f_y / f_{y\,nom})_k$	$\leq 1{,}25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7{,}5\ \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\phi < 12$ mm per $12 \leq \phi < 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 $4\,\phi$ $5\,\phi$ $8\,\phi$ $10\,\phi$	

Acciaio per cemento armato di tipo B450A

L'acciaio per cemento armato B450A è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- fy nom = 450 N/mm2;
- ft nom = 540 N/mm2.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento $(f_t / f_y)_k$	≥ 1,05	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale $(f_y / f_{y\ nom})_k$	≤ 1,25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 2,5 %	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche per ϕ < 10 mm	4 ϕ	

3.4.1 Prove di trazione – su spezzoni da cemento armato

Definizione

La prova ha lo scopo di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento percentuale a rottura su barre di acciaio per conglomerati cementizi armati. La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione é la UNI EN ISO 6892-1.

Modalità esecutive

Rilevato e annotato il marchio presente sulla barra indicante il produttore, (vedi elenco messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - www.cslp.it), la barra della lunghezza di almeno 1.05 metri, verrà pesata e sezionata in lunghezze idonee alle prove. La barra sarà misurata con la precisione del millimetro; con l'impiego della tranciatrice verrà tagliata una provetta di circa 60 cm. La parte restante sarà utilizzata per la prova di piega. La barretta verrà tacchettata per tutta la sua lunghezza ogni cm. Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta tra le ganasce adatte. Durante la fase elastica, che si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento, si rileverà il valore immediatamente prima della ripresa di incremento, individuando quindi lo Snervamento totale. Durante la fase plastica, si aumenterà il carico di forza fino alla rottura della barretta. Il valore massimo letto alla macchina, corrisponderà al valore di rottura totale. L'allungamento invece verrà determinato misurando la lunghezza a fine prova di un numero di segmenti, includenti al centro la sezione di rottura, pari a 5 volte il diametro della barra che verrà messo in relazione con la lunghezza iniziale. La differenza, divisa per L0, e rapportata a 100 rappresenterà il valore di allungamento percentuale a rottura. Verrà infine recuperato il grafico del diagramma carichi-cedimenti e su di esso si annoterà: il n° di pratica, il n° del provino, il diametro del provino, la scala utilizzata dalla macchina, la data di prova e la firma. Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

3.4.2 - Prove meccaniche - resistenza al distacco del nodo per reti e tralicci elettrosaldati

Definizione

Scopo della prova è la determinazione della forza di taglio della saldatura su provette metalliche di reti e tralicci elettrosaldati, con fili lisci o nervati, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per reti e tralicci con acciai B450A e diametro compreso fra 6 e 16 mm per reti e tralicci con acciai B450C. La norma di riferimento da seguire per la prova é la UNI EN ISO 15630-2.

Modalità esecutive
Da una rete, di dimensioni di almeno 1.05 m x 1.05 m, si ricaveranno tre fili di rete di lunghezza 1.05 mt cadauno e da ognuno dei fili si ricavano n. 3 provette destinate a: prova di trazione, prova di piega e di distacco al nodo.

Prova di Distacco al nodo
Accertato che la provetta contenga almeno un nodo elettrosaldato e che allo stesso sia legato il filo nella direzione ortogonale e lungo 2 cm + 2 cm, si fisserà la parte libera del provino alle ganasce superiori della macchina ed il nodo alla parte inferiore tramite un apposito giunto di bloccaggio. Si eseguirà quindi la prova in fase elastica, che si esaurirà con il raggiungimento del valore massimo quando si registrerà il distacco dal nodo

3.4.3 – Prove meccaniche – piegamento e raddrizzamento

Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il comportamento dei materiali metallici, attraverso la piega di una provetta rettilinea a sezione piena, circolare o poligonale, ad una deformazione plastica. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non superiore 12 mm si effettua solo la prova di piega fino a raggiungere una forma ad U. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non inferiore a 14 mm si effettua prima la prova di piega fino 90° e poi il raddrizzamento fino a 20°. Le norme di riferimento da seguire per la prova di piegamento e raddrizzamento sono la UNI EN ISO 7438 e la UNI EN ISO 15630-2.

Modalità esecutive
Accertata la conformità della provetta a quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 6892-1, si misurerà con il calibro in più punti lo spessore della barretta registrandone i valori. I rulli della macchina per la prova di piega verranno fissati alla distanza conforme al diametro della barra da provare e si sottoporrà la provetta ad una piega con angolo noto (90° nel caso di barre per cemento armato); dopodiché si arresterà la macchina e si esaminerà la provetta alla ricerca di cricche. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato, di diametro non inferiore a 14 mm, si procederà al condizionamento per almeno 30' a 100°C e al successivo raffreddamento in aria e si procederà al parziale raddrizzamento della barretta ad un minimo di 20°, quindi si esaminerà la barretta alla ricerca di cricche. La presenza o meno di cricche, verrà trascritta, riportando la dicitura "favorevole" se la prova è superata senza la presenza di cricche, "non favorevole" in caso contrario. Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

3.4.4 - Prove e misure speciali - Resilienza di Charpy a temperatura ambiente ed a freddo

Definizione

La prova ha lo scopo di determinare la fragilità di un acciaio a determinate temperature. Si sottopongono a prova di resilienza provette ricavate da profilati, scatolari, lamiere. Le norme di riferimento da seguire per la prova di resilienza di Charpy (a temperatura ambiente ed a freddo) sono le UNI EN ISO 148-1, (parte 1 - 2 - 3) e la UNI EN ISO 14556 (per macchine di prova con pendolo strumentato).

Modalità esecutive

Accertata la conformità delle provette se ne misureranno con il calibro le dimensioni e se ne registreranno i valori. Qualora la prova debba essere effettuata a freddo, si conserveranno nella cella frigo le provette da provare a una temperatura di –20°C; dopo circa mezz'ora si controllerà la temperatura della cella per verificare che essa sia uguale al valore imposto; in caso affermativo si farà trascorrere un'altra mezz'ora dopodiché si preleveranno le provette dalla cella e con sollecitudine si eseguirà la prova descritta di seguito.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta nell'apposita sede prevista curando che la parte su cui impatterà il maglio sia quella intera e si azzeri la lancetta di misurazione. Controllato che la prova possa essere svolta nella massima sicurezza, il lavoro svolto dal maglio verrà arrestato elettricamente, si rileverà il valore, espresso in Joule, su cui la lancetta si sarà fermata e si trascriverà. Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

CAPITOLO 4 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI

ART. 4.1 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Le indicazioni contenute in questo articolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale sia in suggerimenti finalizzati alla razionalizzazione degli acquisti ed alla più efficace utilizzazione dei CAM negli appalti pubblici.

- **Modalità di consegna della documentazione**

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.
Le modalità di presentazione alla Stazione appaltante di tutta la documentazione richiesta all'appaltatore sono consentite sia in forma elettronica certificata (PEC) che cartacea, opportunamente tracciata dagli uffici preposti alla ricezione.
La stazione appaltante stabilisce di collegare l'eventuale inadempimento delle seguenti prescrizioni a sanzioni e, se del caso, alla previsione di risoluzione del contratto. In merito quindi, si stabilisce quanto segue:

- €. 200,00 per ogni infrazione rilevata e contestata per iscritto dalla DL
- risoluzione del contratto con un numero di infrazioni uguale o superiore a 10.

ART. 4.2 – SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE

- **Demolizioni e rimozione dei materiali**

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali dovranno essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:
1. nei casi di demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio;

2. il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

- **Prestazioni ambientali**

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, ecc.), le attività di cantiere dovranno garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali dovranno essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato).

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, ecc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 30 cm, per la realizzazione di scarpate;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisorie di rifiuti non inerti dovranno essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti, sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee:

- gli ambiti interessati da formazioni vegetazionali autoctone dovranno essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Dovranno essere intraprese le seguenti misure:

- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di

disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.
- i mezzi non dovranno mai lavorare a contatto con le acque di ruscellamento, le quali dovranno essere opportunamente deviate e convogliate con arginature naturali realizzate con materiale direttamente rinvenuto in sito.

Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:
- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive comprese radici e ceppaie.
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare, intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

- **Personale di cantiere**

Il personale impiegato nel cantiere oggetto dell'appalto, che svolge mansioni collegate alla gestione ambientale dello stesso, dovrà essere adeguatamente formato per tali specifici compiti.
Il personale impiegato nel cantiere dovrà essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere con particolare riguardo a:

- sistema di gestione ambientale,
- gestione delle polveri,
- gestione delle acque e scarichi;
- gestione delle acque di ruscellamento;
- gestione dei rifiuti.

- **Scavi e rinterri**

Prima dello scavo, dovrà essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 30 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).
Per i rinterri, dovrà essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1.