



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di FOGGIA



Progetto Uno

Progetto Uno s.r.l. via Napoli, 116 - cap. 95127 Catania (CT)
amm.: Oliver Lutz - cod. fisc. 0585151074 Tel.:3386386396

PROGETTO DEFINITIVO

**Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato "Wind 1"
della potenza nominale di 54,4 MW nel Comune di Foggia loc. Cantone**

*Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n° 387 - Attuazione della direttiva 2001/77/CE
Promozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità'*

ELABORATO

Disciplinare Descrittivo e Prestazionale

FORMATO

SCALA

CODICE DOCUMENTO

NOME FILE

A4

/

SOC.

DISC.

TIPO DOC.

PROG.

REV.

PRO

PROG

REL

003

PRO-PROG-REL-003

Coordinamento
e Progettazione



Studio Tecnico Associato
ing. Giovanni Bruno - arch. G.Farinola
Viale Europa, 62/a Foggia (FG)
Tel. 0881373998 - 3356013949
E-mail: ingbruno@tiscali.it

Studio Archeologico



Dott. Antonio Mesisca
Via Aldo Moro B/5 82021 Apice (BN)
Tel. 3271616306
E-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

Studio Geologico e
consulenza ambientale

Geol. Francesco Ferrante
Studio di Geologia Tecnica e Ambientale
Viale Attilio Benvenuto, 76 - Foggia (FG)
Tel. 0881742216 - 3385654577
E-mail: ferrantegeo@gmail.com

Studio Agronomico

Dott. Antonio Totaro
Viale L. Da Vinci, 1 Manfredonia (FG)
Tel. 3486403829
E-mail: atotaro033@gmail.com

Studio Paesaggistico

Arch. Giuseppe Farinola
Viale Europa, 62/a Foggia (FG)
Tel. 0881373998 - 3387535391
E-mail: agfarinola@virgilio.it

Studio Elettrico

Sciacca & Partners S.r.l.
C.so Vittorio Emanuele III, 51
96015 Francofonte (SR)
CF e P.IVA: 01871700892
E-mail: noi@sciaccapartners.it

Rilievo Topografico



Studio Tecnico
Dott. Agr. Rocco Iacullo
Via Padre Antonio da Olivadi, 89 - Foggia
Tel. 0881665592 - 3930051965
E-mail: studioiacullo@gmail.com

Studio Acustico

Ing. Michele Russo
Via Mascagni, 1 - Margherita di Savoia (BT)
Tel. 3495343724
E-mail: russomicheleing@gmail.com

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 2

Sommario

Sommario.....	2
1 Generalità.....	4
2 Scelta del sito.....	4
3 Norme di riferimento	5
4 Norme e prescrizioni per l'accettazione, l'impiego, la qualità, la provenienza dei materiali.....	7
4.1 Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali	7
4.2 Materiali e prodotti per uso strutturale	7
4.2.1 Identificazione e qualificazione.....	7
4.2.2 Prove sperimentali	7
4.2.3 Accettazione e documentazione di accompagnamento forniture.....	7
4.3 Materiali per formazione sede stradale	8
4.3.2 Aree temporanee stradali e zone di stoccaggio.....	8
4.3.2 Misto stabilizzato e strato di base per fondazione stradale.....	8
5 Movimenti terra	9
5.1 Scavi in genere	9
5.2 Scavi di sbancamento	11
5.3 Scavi a sezione obbligata	11
5.4 Rilevati e rinterri	12
5.5 Rinterro.....	12
6 Opere in c.a. gettate in opera.....	13
6.1 Calcestruzzi	13
6.1.1 Requisiti per materiali e componenti	14
6.1.2 Cementi	14
6.1.3 Aggregati	14
6.1.4 Aggregati di riciclo.....	14
6.1.5 Acqua di impasto	15
6.1.6 Additivi	15
6.1.7 Specifiche esecutive	16
6.1.8 Caratteristiche delle casseforme	19
6.1.9 Stagionatura dei getti	20
6.1.10 Specifiche di controllo	22
6.1.11 Additivi	24
6.1.12 Additivi acceleranti	24
6.1.13 Additivi ritardanti	25
6.1.14 Additivi fluidificanti e superfluidificanti	25

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 3		

6.2	Acciaio per c.a.	25
6.2.1	Generalità	25
6.2.2	Caratteristiche dimensionali e di impiego	26
6.2.3	Sagomatura	26
6.2.4	Le forme di controllo obbligatorie	26
6.2.5	Marchatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati	27
6.2.6	Conservazione della documentazione d'accompagnamento	27
6.2.7	Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche	27
6.2.8	Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione.....	27
6.2.9	Centri di trasformazione	27
6.2.10	Rintracciabilità dei prodotti	27
6.2.11	Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori.....	28
6.2.12	I controlli di accettazione in cantiere.....	28
6.2.13	Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove	29
6.2.14	Inghisaggi ed ancoraggi	30
7	Pali trivellati ad elica continua (CFA).....	31
7.1	Tolleranze	32
7.2	Materiali	32
7.3	Armature metalliche	32
7.4	Conglomerati cementizi.....	32
7.5	Controlli e documentazione.....	32
7.6	Prove sui pali	33
8	Realizzazione del cavidotto e linee di comunicazione	36
8.1	Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento degli aerogeneratori e ripristino finale.....	36
8.2	Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di misurazione	36
8.2.1	Sistema elettrico e di comunicazione	36
8.2.2	Prescrizioni per scavi a sezione obbligata.....	37
8.2.3	Prescrizioni per la posa dei cavi.....	37
8.2.4	Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni	38
9	Aerogeneratori.....	38
9.1	Requisiti tecnici minimi degli aerogeneratori	38
10	Cabine prefabbricate.....	39
10.1	Prescrizioni per l'acquisto di prefabbricati	39
11	Prove e collaudi	39
11.1	Generalità	39
11.2	Prove in fase di costruzione	39
11.3	Collaudo statico	40

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 4

1 Generalità

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale viene redatto a corredo del progetto per la realizzazione di un impianto eolico da ubicarsi nel Comune di Foggia (FG), proposto dalla società Progetto Uno Srl.

L'impianto è costituito da n 8 aerogeneratori (modello Vestas V172 – diametro 172 m altezza hub 114 m, di potenza unitaria 6,8 MW, per una potenza complessiva dell'impianto di 54,4 MW. Gli aerogeneratori si trovano nel Comune di Foggia (FG). Il tracciato del cavidotto di collegamento alla Stazione utente attraversa i Comuni di Foggia (FG), e Lucera (Fg).

L'impianto sarà allacciato alla Stazione Elettrica Terna "RTN Lucera", tramite connessione "in antenna" a 36 kV.

La presente relazione illustra le caratteristiche di tutti gli elementi tecnici che compongono l'impianto e che si prevede di costruire e/o installare.

2 Scelta del sito

Nella seguente **Tabella 1** si elencano le posizioni degli aerogeneratori che costituiscono il Progetto, espresse in coordinate EPSG32633 - WGS 84 - fuso UTM 33 ed in coordinate geografiche EPSG4326:

Aerogeneratori	Coordinate – EPSG32633 UTM 33 WGS84		Coordinate geografiche - EPSG4326 Lat Long	
	A1	545815	4600130	41,551523207
A2	546243	4600428	41,554182646	15,554516802
A3	546671	4600726	41,556841849	15,559672027
A4	547098	4601332	41,562275008	15,564839839
A5	547908	4601213	41,561155058	15,574544098
A6	547798	4600558	41,555262116	15,573172840
A7	547302	4600392	41,553796459	15,567212234
A8	545778	4599308	41,544121600	15,548855734
Cabina Utente	545272	4599271	41,543817000	15,542789000

Tabella 1: Posizione aerogeneratori (WGS 84 UTM 33)

Gli 8 aerogeneratori si trovano ubicati, al Catasto terreni del Comune di Foggia, ai seguenti Fogli:

Aerogeneratori	Foglio	Particella
A1	26	181
A2	26	152
A3	26	153
A4	3	258
A5	10	14
A6	10	455/33
A7	10	21/280
A8	26	171
Cabina Utente	26	171

Tabella 2: Inquadramento catastale aerogeneratori

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 5

3 Norme di riferimento

TESTO UNICO EDILIZIA

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

NORME PER LE COSTRUZIONI

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;

Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;

C.M. 21 gennaio 2019 n. 21 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

MATERIALI DA COSTRUZIONE

D.M. 9 maggio 2003, n. 156 – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

D.Lgs. 16 giugno 2017 n.106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE)

n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE

- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104:2004 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 197-1: 2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati
- ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo
- UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo
- UNI-EN 13263 parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo
- UNI EN 12350-2 Determinazione dell' abbassamento al cono
- UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
- UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione
- prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera
- UNI EN 12504-1:2002 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 6		

- EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato
- UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: Metodi di prova
- EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.
- UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures
- UNI 8866 Disarmanti

ACQUE

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 7

4 Norme e prescrizioni per l'accettazione, l'impiego, la qualità, la provenienza dei materiali

4.1 Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere della migliore qualità in commercio e corrispondere alle prescrizioni del presente Disciplinare. Ove non espressamente esplicitato, i materiali e le forniture dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi, dai regolamenti e dalle norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Disciplinare, sono disposti dalla Direzione Lavori. Per le stesse prove la Direzione Lavori, o un tecnico di sua fiducia, provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale. Eventualmente la DL può assistere al prelievo e contrassegnare il relativo provino.

4.2 Materiali e prodotti per uso strutturale

4.2.1 Identificazione e qualificazione

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili,
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili,
- accettati dalla Direzione Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante prove di accettazione, così come prescritte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018 – NTC2018) e/o richieste in corso d'opera dalla stessa Direzione Lavori.

Con riferimento ai possibili casi nei quali si può ricadere relativamente alla l'identificazione e la qualificazione (par. 11.1 del citato DM 17/01/2018):

- per l'impiego dei materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata - caso A) – questo è possibile solo se corredato della DoP – Dichiarazione di Prestazione e della marcatura CE, come prevista al Capo II del regolamento UE 305/2011 (CPR),
- per l'impiego di materiali e prodotti ricadenti nei casi B) e C) valgono le regole previste al par. 11.1
- della citata Norma.

4.2.2 Prove sperimentali

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori notificati ai sensi del Capo VII del regolamento UE 305/2011 / laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione sia per quelle di accettazione. Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale devono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

4.2.3 Accettazione e documentazione di accompagnamento forniture

I materiali/prodotti utilizzati per le opere strutturali dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, per la accettazione di competenza, secondo le procedure e corredati dalla documentazione di accompagnamento fornitura (comprovante l'identificazione, la qualificazione e la tracciabilità dei materiali) stabilita dalla Norme di riferimento (cap. 11 del DM 17/01/2018 - NTC2018)

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 8

4.3 Materiali per formazione sede stradale

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

FASE 1 – STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 – STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

La viabilità interna all'impianto risulterà costituita principalmente dall'adeguamento delle carrarecce esistenti, integrata da tratti di strade da realizzare ex-novo, per raggiungere le postazioni di macchina. I nuovi tracciati avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto e comunque in osservanza alle specifiche tecniche richieste dal fornitore degli aerogeneratori.

Le strade dovranno avere uno strato di base con materiale inerte con spessore di 65 cm ed uno strato in misto stabilizzato di spessore 15 cm (schema in *Figura 1*). Il pacchetto stradale prevede, inoltre ce ne fosse la necessità, la costruzione di fossi di terra di sezione trapezia (dimensioni $b=50\text{cm}$, $H=50\text{ cm}$, pendenza 45°) per l'allontanamento delle acque piovane previa verifica locale delle quote altimetriche.

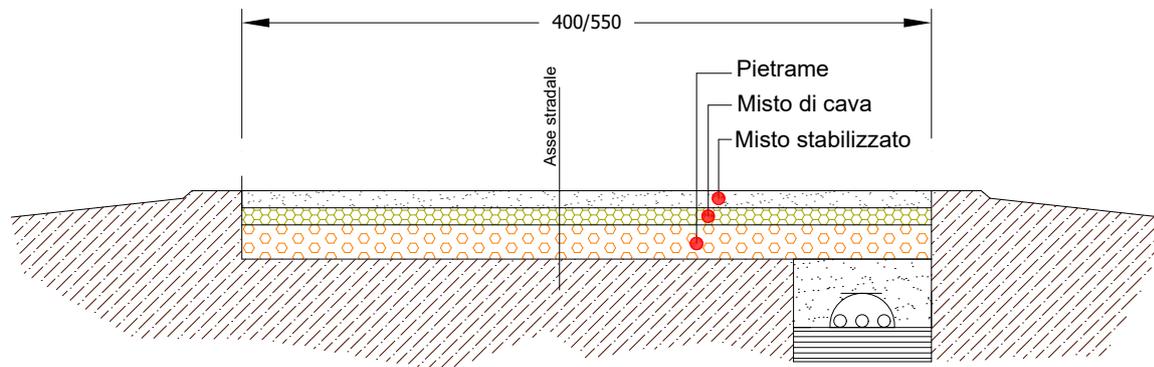


Figura 1: sezione tipo

La pendenza massima ammessa riguardo la sede stradale di sezione trasversale è pari al 1%, mentre il rilevato stradale dovrà avere un angolo di incidenza con rapporto 1/1.

La viabilità dovrà comunque essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogrù necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

4.3.1 Aree temporanee stradali e zone di stoccaggio

Il progetto stradale prevede, oltre che a zone permanenti per la viabilità stradale e manutentiva, anche aree temporanee di passaggio degli automezzi di trasporto speciale, di manovra, di baracche e di stoccaggio del materiale nelle piazzole.

L' Esecutore avrà l'onere di ripristinare le aree di utilizzo temporaneo come in epoca antecedente l'inizio dei lavori, sia in forma che in stratigrafia del terreno.

4.3.2 Misto stabilizzato e strato di base per fondazione stradale

4.3.2.1 Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, materiale di risulta degli scavi di cantiere o anche altro materiale ritenuto

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 9		

idoneo dalla DL. Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle Manutenzioni Straordinarie (MS) e/o Nuove Lavorazioni (NC).

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione. Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla DL. [Capitolato ANAS pavimentazioni stradali 2010]

4.3.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il pacchetto stradale deve resistere ad una sollecitazione dovuta alla movimentazione dei componenti degli aerogeneratori tale da resistere ad una sollecitazione pari a 12 T per asse (18T per asse invece per le piazzole).

Il materiale che compone la fondazione stradale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

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

Setacci UNI (mm)	Fuso (passante)
40	80-95
25	65-90
20	54-84
8	35-63
4	22-46
2	15-35
0.5	7-23
0.25	4-18
0.063	0-9

5 Movimenti terra

5.1 Scavi in genere

In base alla destinazione dell'area interessata dallo scavo, alla modalità di esecuzione dello stesso, alle dimensioni e forma, gli scavi vengono distinti in:

- scavi di sbancamento;
- scavi a sezione obbligata;

In base alla presenza o meno di falde acquifere nelle zone interessate dagli scavi, essi vengono distinti in:

- scavi in presenza di acqua;
- scavi in alveo;
- scavi all'asciutto.

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della Direzione Lavori. La metodologia di scavo utilizzata per la maggior parte delle opere in progetto è quella tradizionale condotta mediante macchine operatrici.

Tutti gli scavi relativi alla posa dei cavidotti o alla costruzione delle opere edili dovranno essere condotti con la preliminare asportazione del terreno vegetale di superficie ed il successivo sbancamento dei terreni di origine alluvionale. Il ritombamento dello scavo dovrà essere realizzato con il completo

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 10

ricolloccamento "in situ" del materiale sbancato che sarà successivamente ricoperto con il terreno vegetale asportato.

Per tutte le tipologie di scavo, l'esecutore dovrà prevedere la regolarizzazione del fondo mediante compattazione del fondo scavo.

Ricognizione

L'Esecutore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti, deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto. L'Appaltatore deve altresì individuare tutte le possibili interferenze che possono pregiudicare l'esecuzione dell'opera in regime di qualità e sicurezza. Ogni guasto o fermo cantiere a causa di danneggiamenti in fase di demolizione sarà a carico dell'Appaltatore.

Sfalci e Decespugliamenti

I lavori di decespugliamento e sfalcio andranno prevalentemente eseguiti con mezzi meccanici, cingolati o gommati, dotati di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente muniti di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge; l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e portata a rifiuto. Se previsto in progetto o prescritto dal Direttore Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati dal Direttore Lavori.

Scavi in presenza d'acqua

In tutte le tipologie di scavo in presenza di acqua deve essere assicurato con qualsiasi mezzo l'aggettamento e l'allontanamento delle acque fino ad ottenere un mantenimento costante del livello di falda inferiore almeno di 0.50 m rispetto al fondo scavo, in ogni punto dello scavo medesimo. Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall' Esecutore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire il fondo scavo sempre asciutto. L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della Direzione Lavori e il loro impiego si intende incluso e compensato nel prezzo contrattuale. I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall' Esecutore devono essere accettati dalla Direzione Lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

Deposito dei materiali

Durante i lavori di scavo del terreno per la realizzazione delle opere di fondazione o per il cavidotto, il materiale dovrà essere conservato ed accumulato in quanto il progetto prevede il riutilizzo dei materiali di risulta dagli scavi. Occorrerà distinguere e accumulare a parte il suolo agricolo superficiale, che verrà utilizzato come materiale di ricoprimento per la stesura finale.

Ogni forma di deposito provvisorio e definitivo dovrà essere tale da non limitare il deflusso superficiale delle acque piovane, in particolare non ostruendo le canalizzazioni esistenti.

Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'Esecutore gli oneri per la sistemazione e la manutenzione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

I lavori per la realizzazione delle piste di servizio al cantiere non dovranno prevedere trattamenti bituminosi se non in prossimità degli accessi sulla viabilità locale, previa approvazione della Direzione Lavori.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 11

In linea generale, prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'Esecutore è tenuto ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso di interferenze riscontrate, l'Esecutore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, se non in possesso, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, accorgimenti o richieste degli enti preposti, onde evitare danni alle suddette opere. (Ad esempio ripartitori di carico su attraversamento gasdotto o altre richieste simili). Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'Esecutore dovrà procedere a darne immediato avviso sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla Direzione Lavori.

Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire. Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Divieti per l'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'Appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la Direzione Lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di Fondazione.

5.2 Scavi di sbancamento

Si definiscono scavi di sbancamento quelli eseguiti con qualunque mezzo meccanico a qualunque profondità, in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa la roccia tenera e dura, in presenza o meno di acqua, occorrenti per:

- spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni o i manufatti;
- scotico dello strato superficiale;
- tagli di terrapieni;
- formazione di piazzali, strade, cortili, giardini, vespai, rampe incassate;
- apertura di trincee stradali, compresi cassonetti e cunette;
- formazione ed approfondimento di fossi e canali di vasta superficie, ecc.;
- scavo delle platee di fondazione e fondazioni delle opere.

In generale sono considerati di sbancamento tutti quegli scavi nei quali possono operare, all'interno degli stessi, mezzi di scavo e di trasporto di qualsiasi tipo.

Nei lavori di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti e consentire il proseguimento dei lavori in sicurezza. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, l'Appaltatore deve provvedere a proprie spese all'armatura o al consolidamento del terreno ed a opere di regimazione delle acque superficiali. Ogni iniziativa in tal senso dovrà essere comunicata ed approvata dalla Direzione Lavori. Si dovrà prevedere nell'esecuzione degli scavi un angolo di inclinazione pari a 45° per le argille, di 32° per le ghiaie, di 60° per le marne e di 35°- 45° (da valutare in cantiere) per le ghiaie in matrice argillosa, salvo diverse disposizioni contenute nella relazione geologica o emanate dal Direttore dei Lavori o nei disegni esecutivi. Si ribadisce che queste sono solamente indicazioni ma l'Appaltatore dovrà verificare la stabilità dello scavo in relazione al variare delle condizioni climatiche e/o durata degli scavi aperti.

5.3 Scavi a sezione obbligata

Si definiscono scavi a sezione obbligata quelli eseguiti a qualunque profondità in terreni di qualsiasi

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 12

natura e consistenza, compresa la roccia tenera e dura, in presenza di acqua o meno, a sezione ristretta ed obbligata per la realizzazione dei cavidotti e per la realizzazione di scavi di opere indicate nei disegni esecutivi salvo diversa indicazione del Direttore Lavori.

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse dalla Direzione Lavori.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'Appaltatore.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

5.4 Rilevati e rinterri

In generale, per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla Direzione Lavori, si impiegheranno - fino al loro totale esaurimento - tutte le materie provenienti dagli scavi eseguiti per il cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio del Direttore dei Lavori, alla formazione dei rilevati e dei rinterri di progetto.

È obbligo dell'Esecutore di dare ai rilevati, ai rinterri e ai riempimenti durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, al momento del Collaudo Finale i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate. Pertanto, l'Esecutore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al momento del Collaudo Finale, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate.

5.5 Rinterro

Una volta eseguiti tutti i rinterri, il materiale in esubero, dovrà essere livellato e sistemato in modo tale da rispettare la morfologia dei luoghi esistenti e le istruzioni impartite dalla Direzione Lavori.

Rinterro opere in c.a.

Il rinterro da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione dovrà essere eseguito con materie sciolte o ghiaiose ottenute previa vagliatura del materiale ottenuto in fase di scavo. Resta vietato in modo assoluto l'impiego di argille e, in generale, di tutte le terre che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione di rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Rinterro cavidotto

Il rinterro dei cavidotti verrà eseguito con materiali provenienti dagli scavi opportunamente vagliato. Si procederà a strati e si avrà cura di non danneggiare i corrugati o i cavi precedentemente posati. In caso di danneggiamento dei corrugati o di qualsiasi problema nella fase di inserimento dei cavi imputabile alla fase di rinterro, sarà cura dell'Esecutore a provvedere al ripristino.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 13

6 Opere in c.a. gettate in opera

Le lavorazioni dovranno essere eseguite rispettando le sequenze imposte dal cronoprogramma di Contratto, aggiornato periodicamente dalla impresa e approvato dalla Direzione Lavori e dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, e le dimensioni dei manufatti indicate dai disegni di progetto, in osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato e delle precisazioni fornite dalla Direzione Lavori in sede esecutiva.

L'Appaltatore dovrà condurre i lavori, nel rispetto del Piano di Sicurezza e Coordinamento e del POS, adottando ogni ulteriore cautela per prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare disagi e disturbi alle attività produttive e residenziali limitrofe.

Le dimensioni in pianta e le quote altimetriche delle opere in calcestruzzo armato sono dettagliate nei disegni del progetto esecutivo strutturale.

I conglomerati cementizi e gli acciai per armatura dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia (DM 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni) alle prescrizioni riportate nel Capitolato d'appalto, nonché al progetto esecutivo delle strutture.

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate ad opere di fondazione, solai, coperture, strutture verticali e orizzontali e a complessi di opere, omogenee o miste, che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.

6.1 Calcestruzzi

Le caratteristiche dei calcestruzzi da utilizzare per le differenti parti d'opera saranno quelle indicate negli elaborati progettuali. In mancanza di indicazioni specifiche si farà riferimento alle indicazioni della Direzione Lavori, sulla base dei materiali prescritti nella Relazione sui Materiali.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.. Pertanto, si dovranno rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella normativa tecnica.

L'Appaltatore dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali, nonché su ordinativo della Direzione Lavori in funzione delle parti d'opera considerate, ovvero:

- classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (Rck per provini cubici - fck per provini cilindrici);
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso);
- classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono UNI EN 12350-2);
- copriferro.

Per tutte le parti d'opera in oggetto, il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente anche dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da prove a compressione su cubetti prima e durante i getti. I getti devono essere convenientemente vibrati. Gli impasti di conglomerato dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto. Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme UNI 8520/1-2-4-

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 14

7-8-17-21-22. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme UNI 13055 e UNI EN 12620. Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione Lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da UNI EN 934 e UNI EN 480.

6.1.1 Requisiti per materiali e componenti

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, rispondano alle caratteristiche prestazionali di seguito indicate. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Disciplinare. Essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, inoltre, possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione Lavori. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. La Direzione Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al Contratto; in quest'ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. I materiali per la confezione dei calcestruzzi dovranno essere conformi in generale alle prescrizioni dell'Art. 11.2 del D.M.17-1-18, che è integralmente recepito dalle presenti specifiche.

6.1.2 Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di marcatura CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Controlli sul cemento

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 4.1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla DoP e marcatura CE.

Il Direttore dei Lavori verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

6.1.3 Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo CPR 305/2011.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo. Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS_{0,2});
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

6.1.4 Aggregati di riciclo

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti da processi di riciclo.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 15

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti definiti al par. 11.2.9.2 del DM 17/01/2018 - NTC2018, a condizione che la miscela venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata dalla Direzione Lavori.

6.1.5 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

6.1.6 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma uni en 934 (parti 2, 3, 4, 5). È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto. Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

Tab. 1.1 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	>
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	>
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	>
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	>
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	>

* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di r
inibitori di corrosione.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 16

6.1.7 Specifiche esecutive

Prescrizioni per il confezionamento e trasporto

L'Appaltatore dovrà disporre di apposito ed adeguato impianto di betonaggio per cui la confezione dei calcestruzzi dovrà essere sempre eseguita con mezzi meccanici, e la dosatura dei vari componenti effettuata a peso. La costanza dei componenti dovrà essere continuamente verificata durante tutto il corso dei lavori.

L'esercizio dell'impianto dovrà essere costantemente sotto controllo di personale esperto e responsabile. I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) dovranno essere misurati a peso. Sarà ammessa anche la misurazione a volume dell'acqua e degli additivi. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale; le bilance per la pesatura degli inerti potranno essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).

I dispositivi di misura dovranno essere sottoposti a collaudo periodico secondo le richieste della Committenza che, se necessario, potrà servirsi di Istituto abilitato a rilasciare i relativi certificati. I silos del cemento debbono essere in grado di garantire la migliore tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Si indicano di seguito i seguenti parametri prescritti: dosaggio degli inerti e del cemento a peso, a mezzo bilance indipendenti tra loro con tolleranza dell'1% sul peso del cemento e del 5% sul peso degli inerti; dosaggio dell'acqua a peso oppure a volume, con tolleranza del rapporto acqua/cemento del 3%, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

La quantità di acqua dovrà essere opportunamente dosata a seconda delle tipologie di strutture e calcestruzzo e delle prescrizioni regolamentari. In ogni caso il rapporto A/C non dovrà superare il valore della tabella di progetto. In casi di particolari necessità, per favorire l'esecuzione dei getti, l'Appaltatore dovrà ricorrere all'impiego di appositi additivi fluidificanti. L'aggiunta di acqua in cantiere comporterà l'immediato rifiuto della fornitura. L'impiego e la qualità degli additivi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Nel computo del rapporto A/C si dovrà tener conto della umidità degli inerti.

La consistenza dell'impasto sarà verificata con prove di abbassamento al cono di Abrams, che, sulla media aritmetica delle misure effettuate dovranno dare i seguenti valori: consistenza umida: abbassamento al cono 0-10 cm; consistenza plastica: abbassamento al cono 10-15 cm; consistenza fluida: abbassamento al cono 16-20 cm.

Il trasporto degli impasti dovrà essere eseguito con mezzi idonei e nei tempi regolamentari onde evitare fenomeni di separazione, cattiva distribuzione dei componenti o disturbi nella presa, sia durante il trasporto che durante l'operazione di getto.

Quando non sia possibile altrimenti, sarà consentito l'acquisto e l'impiego di calcestruzzi preconfezionati da società di betonaggio, sotto l'osservanza di tutte le disposizioni sopra descritte. La Committenza rimane comunque estranea al rapporto con tale fornitore e l'Appaltatore, a tutti gli effetti, assume comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità derivante dall'impiego di materiale preconfezionato, come se i conglomerati fossero di produzione sua propria. Ciò vale anche per le operazioni eventuali di getto a mezzo pompa. Per getti diretti da betoniera sarà vietato in modo assoluto fluidificare l'impasto con aggiunta di acqua.

Il tempo di mescolamento dovrà essere tale da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti della prova di omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà causare un aumento di consistenza superiore di cm 5 alla prova al cono. Prima della posa in opera si dovrà controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti preventivamente concordati per ciascun getto (prova del cono), l'impasto sarà scartato.

In caso di fornitura del calcestruzzo da centrali di betonaggio esterne si richiede che venga sempre garantita la fornitura necessaria a portare a termine i getti intrapresi.

Al fine di evitare la contaminazione a calce delle acque, l'Appaltatore dovrà predisporre vasche di raccolta delle acque di esubero derivanti dalle operazioni di getto dei calcestruzzi.

Prima della posa in opera si dovrà sempre controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti preventivamente concordati per ciascun getto l'impasto sarà comunque scartato. L'aggiunta di acqua in cantiere comporterà l'immediato rifiuto della fornitura.

In ultimo il tempo massimo che intercorre tra la partenza della betoniera dalla centrale di betonaggio (ora segnalata sul DDT) e l'operazione di getto deve essere massimo un'ora, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori, pena rifiuto della fornitura.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 17

Operazioni di getto del calcestruzzo

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'Appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la Direzione Lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Prima di ogni getto l'Appaltatore è sempre tenuto ad informare, con congruo preavviso, la Direzione Lavori al fine di consentire di controllare la disposizione dell'armatura, le condizioni della stessa e lo stato delle superfici interne delle casseforme. Tale operazione è propedeutica ad ogni fase di getto.

Il trasporto del calcestruzzo dovrà essere effettuato in modo da evitare contaminazioni, separazione o perdita degli inerti e prematuro inizio di presa. Al momento del getto dovrà verificare che armature e casseri siano pulite, senza detriti od acqua stagnante.

Programma dei getti

L'Appaltatore è tenuto a comunicare con dovuto anticipo alla Direzione Lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.
- I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori o un suo delegato abbia verificato:
 - la preparazione e rettifica dei piani di posa;
 - la pulizia delle casseforme;
 - la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
 - la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
 - la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
 - l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 18

- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

Modalità esecutive

L'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie di armatura mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la Direzione Lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseforme;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseforme.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore 15 cm (UNI EN 12350-2:2009).

L'Appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 5°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione Lavori. Nei paragrafi seguenti saranno analizzate con maggior attenzione le condizioni di getto in regime estivo ed invernale.

Modalità di getto del calcestruzzo

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione degli inerti propri della miscela.

A tal scopo il calcestruzzo sarà gettato al centro delle casseforme e steso in strati orizzontali: è opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione degli inerti. In generale si dovrà costipare immediatamente il calcestruzzo in opera servendosi di vibratori ad ago di idonea frequenza (8.000-10.000 colpi al minuto per i getti facciavista) immersi verticalmente ogni 40-80 cm e ritirati lentamente, evitando il contatto con le armature.

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi, si dovrà operare il costipamento per strati gettati non superiori a 20cm. Qualora la vibrazione del calcestruzzo produca la separazione dei componenti, lo slump dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

Nei getti in pendenza, è opportuno predisporre dei cordoli d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dalla Direzione Lavori.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 19

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorrente tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare le 3 ore alla temperatura ambiente $T = 20$ gradi C° , oppure il tempo equivalente (t) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella (a meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante): $t' = 3h \times 30 \text{ gradi } C / (T + 10 \text{ gradi } C)$

T [C°]	t' [n ore]
5	6.00'
10	4.30'
15	3.35'
20	3.00'
25	2.35'
30	2.15'
35	2.00'

Nel caso in cui l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dello spessore di 1-2 cm, con un dosaggio di cemento di almeno 600 kg per metro cubo.

Ripresa di getto

Le interruzioni del getto devono essere preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza discontinuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Per una corretta ripresa di getto occorre che il substrato in calcestruzzo contro cui si effettua il getto abbia una sufficiente resistenza a trazione superficiale, nonché un'adeguata rugosità superficiale per consentire una corretta ripartizione degli sforzi tangenziali grazie all'effetto meccanico di ancoraggio. Inoltre, si dovrà verificare l'assenza di sostanze che impediscano, ostacolino o inficino l'adesione del calcestruzzo fresco a quello indurito.

Al fine di realizzare una superficie di ripresa di adeguata resistenza a trazione, dotata allo stesso tempo di sufficiente rugosità, diventa strettamente necessario rimuovere lo strato corticale di scadenti prestazioni determinato dalla risalita di acqua verso le superfici del getto (bleeding) mediante bocciardatrici, martelli pneumatici oppure con idropultrici che consentano una facile asportazione del lattime di cemento e garantiscano l'ottenimento di una superficie con asperità di almeno 5 mm. Dopo aver rimosso mediante aria compressa la polvere generata dalle operazioni di scarifica è necessario irrorare con acqua le superfici del substrato in calcestruzzo per evitare che questo sottragga acqua al conglomerato fresco. L'eventuale acqua in eccesso sulla superficie del substrato prima del getto dovrà essere eliminata mediante stracci umidi oppure con aria compressa. Considerata l'elevata sensibilità alla tenuta idraulica delle opere in oggetto al presente Capitolato, si rende necessario l'utilizzo di sistemi impermeabilizzanti quali profili espansivi di natura acrilica tipo "water-stop in corrispondenza di tutte le riprese dei getti e si dovranno ritenere compensati nel prezzo contrattuale.

6.1.8 Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto, pertanto si dovrà prevedere l'utilizzo di casseforme possibilmente nuove, o in alternativa in ottimo stato. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di rigettare l'utilizzo di casserature ritenute non sufficientemente idonee alle opere in oggetto.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 20

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia. In ciascuno di questi, sarà onere dell'Appaltatore provvedere al ripristino su indicazione del Direttore Lavori, anche se questo comporta aggiunta di materiale idoneo.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma volgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Considerando che le opere in oggetto al Capitolato presentano strutture non unicamente a sviluppo rettilineo, si rende necessaria una distinzione tra le casseforme a sviluppo rettilineo e quelle a sviluppo curvilineo. Si dovrà prevedere l'utilizzo di cassature curve, qualora la curvatura della struttura di progetto sia tale da non poter essere garantita mediante la posa di una spezzata formata casseri rettilinei.

Per i casseri curvilinei valgono le medesime prescrizioni valide per le rassettature rettilinee.

L'Appaltatore dovrà prevedere, inoltre, una volta rimosse le casseforme, la sigillatura dei fori passanti con appositi tappi e resine a tenuta idraulica per impedire la potenziale infiltrazione di acqua attraverso le opere in cemento armato.

6.1.9 Stagionatura dei getti

Prima del disarmo tutte le superfici non protette dei getti dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura o con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni. Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a quelle superfici che possano essere disarmate prima di 7 giorni.

Precauzioni per getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C;
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura > +5°C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è 0° ≤ C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

La norma **UNI EN 206-1** prescrive che il calcestruzzo fresco non deve scendere al di sotto della temperatura di 5°C, in quanto una bassa temperatura rallenta la reazione di idratazione allungando i tempi di presa e di primo indurimento. Per questo i tempi di stagionatura protetta in inverno si dilatano. Il calcestruzzo allo stato fresco va protetto dal gelo, soprattutto nelle ore notturne dei getti pomeridiani. Nei getti orizzontali il rischio è rappresentato dal congelamento dell'acqua d'impasto che affiora in superficie e che, dilatandosi, distrugge la crosta superficiale, oltre a renderla pulverulenta a causa del cemento non idrato per la solidificazione dell'acqua. I getti verticali, anche se casserati, devono essere protetti dall'abbassamento della temperatura, altrimenti il maggior raffreddamento delle parti con

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 21

maggior superficie specifica (come gli spigoli di muri e pilastri) può arrivare a causare il loro distacco. Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, specialmente all'interno della sabbia. A tale scopo si dovranno mettere in atto gli opportuni accorgimenti quali, ad esempio, il riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.

In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore.

Precauzioni per getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- aumento del fabbisogno d'acqua;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

La norma **UNI EN 206-1** prescrive che il calcestruzzo fresco non superi una temperatura di miscela di 35°C perché altrimenti si accorciano eccessivamente i tempi di presa e s'innalza la richiesta d'acqua e la velocità di perdita di lavorabilità, tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

A tale scopo occorrerà impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento).

Qualora la temperatura non possa essere mantenuta al disotto dei 35 gradi, i getti dovranno essere sospesi a meno che non si aggiunga all'impasto un efficace additivo plastificante/ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura (perdita di lavorabilità e quindi maggior fabbisogno di acqua di impasto; acceleramento della presa).

Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura dovrà porsi nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si utilizzino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni dovranno essere protette dal sovrariscaldamento.

In ogni caso la sospensione del getto e o l'utilizzo di eventuali additivi, dovrà essere preventivamente concordata con il direttore dei lavori.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 22

6.1.10 Specifiche di controllo

Controlli di qualità del calcestruzzo

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- valutazioni preliminari della resistenza;
- controllo di produzione;
- controllo di accettazione.

Valutazioni Preliminari della resistenza

L' Esecutore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. L' Esecutore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori, secondo le procedure di cui al **§ 11.2.4. 11.2.5 del D.M. 17/01/2018**.

L' Esecutore è tenuto altresì a predisporre uno studio preliminare per definire in dettaglio le caratteristiche dei materiali, la composizione ed il confezionamento dei vari tipi di miscele omogenee di calcestruzzo in progetto.

Controllo di produzione

Compete all' Esecutore l'esecuzione delle seguenti misure organizzative da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori:

- programmare ed eseguire un ciclo di prelievi dei campioni di cls per i controlli di accettazione della resistenza a compressione con le modalità e la frequenza precisate al **D.M. LL.PP. 17/1/2018**;
- curare la maturazione dei campioni secondo la normativa vigente;
- inviare a sua cura e spese i campioni ad un laboratorio ufficiale come definito dal **D.M. LL.PP. 17/1/2018**;
- registrare nel diario di cantiere la data di prelevamento dei provini e le parti della struttura corrispondenti agli stessi.

La Direzione Lavori potrà effettuare verifiche sulla regolarità dei prelievi mediante prove non distruttive (sclerometro e ultrasuoni) o nel caso sussistano dubbi sulla qualità del cls in opera ordinerà il prelievo di campioni mediante carotatura; se i risultati di prova di questi campioni non presentassero valori accettabili in funzione delle richieste di progetto si procederà alle demolizioni dei manufatti oppure ad adottare altri provvedimenti indicati dalla Direzione Lavori.

Controllo di accettazione

Si conferma e si ribadisce l'obbligo, da parte della Direzione Lavori, di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

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 riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc. **§ 11.2.5.1 NTC2018**
- controllo di tipo B riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 1500 mc. **§ 11.2.5.2 NTC2018**

I corpi d'opera in oggetto al presente capitolato non superano i 300 mc, pertanto si tratteranno unitamente i controlli di Tipo A, indicando per ogni corpo d'opera i metri cubi di calcestruzzo gettati in opera ed i relativi prelievi previsti dalla Direzione Lavori.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ovvero sei campioni prelevati, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 23

Nei corpi d'opera con cubature inferiore a 100 mc 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.

Prelievo dei campioni

In accordo con il §11.2.5.3 del DM 17/01/2018 le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data 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 media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

Il Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, in funzione delle variazioni di qualità, quantità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme **UNI EN 12390-1:2012** e **UNI EN 12390-2:2002**.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme **UNI EN 12390-3:2009** e **UNI EN 12390-4:2002**. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma **UNI EN 12390-7:2009**.

Il prelievo dei campioni durante le fasi di getto costituisce un momento importante dei controlli di sicurezza sulle strutture in calcestruzzo, pertanto dovranno essere osservate una serie di prescrizioni relative alle modalità di prelievo, ai compiti ed alle relative responsabilità attribuite in tal senso alla Direzione Lavori ed al Laboratorio prove.

In funzione delle cubature di progetto la Direzione Lavori stabilirà, preliminarmente all'esecuzione dei getti, il numero minimo di prelievi, numero inderogabile da parte dell'Appaltatore, ai fini dei controlli di accettazione del materiale.

Documenti di consegna

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'Appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la Direzione Lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Nel caso in cui non fosse possibile da parte dell'Esecutore consegnare i documenti di trasporto (DDT) ed i relativi certificati di qualificazione entro i termini previsti, sarà suo compito inderogabile fornire scansione del documento originale mediante posta elettronica all'ufficio di Direzione Lavori entro 24 ore dall'esecuzione del getto. In un secondo momento sarà obbligo dell'Esecutore far reperire alla Direzione Lavori i documenti di

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 24

trasporto in formato originale; la consegna dovrà essere eseguita non oltre 72 ore dalla ricezione del documento in cantiere.

Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza e classe di consistenza e qualora tra la posa del calcestruzzo e l'ora di partenza dalla centrale di betonaggio trascorra un tempo superiore ad 1 ora.

I certificati dei campioni testati dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori entro 60 gg dal confezionamento dei cubetti in cantiere.

6.1.11 Additivi

L'impiego di additivi da parte dell'Appaltatore dovrà essere preventivamente condiviso ed approvato dalla direzione lavori e nel caso del loro utilizzo si dovranno ritenere compensati nel prezzo contrattuale.

Per un maggiore chiarezza gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco, al fine di evitare l'aggiunta di acqua nell'impasto cementizio.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

6.1.12 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Questi tipi di additivi dovranno essere utilizzati nei periodi invernali, ovvero in quelle situazione nelle quali l'idratazione del cemento alle brevi stagionature subisce un rallentamento che è tanto più forte quanto più bassa è la temperatura ambientale.

Il danno si verifica se la temperatura scende sotto 0°C, cosicché l'acqua di impasto ancora liquida si trasforma in ghiaccio nel calcestruzzo ancora poco resistente meccanicamente e quindi si verifica una disgregazione irreversibile dovuta all'aumento di volume dell'acqua. Pertanto, la direzione lavori prescrive, previa attenta verifica, l'utilizzo di additivi acceleranti qualora la temperatura ambientale scenda sotto i 0°C.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 25

La Direzione Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

6.1.13 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La Direzione Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

6.1.14 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione Lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La Direzione Lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La Direzione Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del **D.M. 17 gennaio 2018** e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale.

6.2 Acciaio per c.a.

6.2.1 Generalità

Tutti gli acciai utilizzati come armature per cemento armato ordinario devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione (§ 11.3.2 NTC 2018).

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 26

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001:2000** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili **UNI EN 10080:2005**, della serie **UNI EN 10025:2005**, **UNI EN 10210:2006** e **UNI EN 10219:2006**.

6.2.2 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (§ 11.3.2.4 NTC 2018).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

Per tutte le strutture si deve utilizzare acciaio B450C, se non diversamente specificato, ovvero acciaio in barre e/o reti per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, prodotto da azienda in possesso di Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE. Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dmc.

I diametri, le lunghezze e le rispettive prescrizioni di utilizzo, sono esplicitamente indicate all'interno degli elaborati strutturali esecutivi forniti dalla Direzione Lavori all'Appaltatore.

6.2.3 Sagomatura

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (§ 11.3.2.4 NTC 2018):

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale l'Appaltatore e la Direzione Lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti indicati dalle nuove norme tecniche.

6.2.4 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (§

11.3.1.1 NTC 2018):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di

spedizione. A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 27

- nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

6.2.5 Marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice; allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

6.2.6 Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

6.2.7 Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'Appaltatore, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

6.2.8 Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (§11.3.1.5 NTC 2008).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto (DDT).

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

6.2.9 Centri di trasformazione

Le nuove norme tecniche (§ 11.3.2.6 NTC 2018) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera

o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

6.2.10 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine,

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 28

accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

6.2.11 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori, prima della messa in opera della fornitura di acciaio, il documento di consegna del produttore, contenente almeno i dati sopracitati.

6.2.12 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dall'Appaltatore sotto la supervisione dalla Direzione Lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente (tab.11.3.VI NTC2018).

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 29

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Compete all'Appaltatore il prelievo dei campioni ed è facoltà del Direttore Lavori o persona di sua fiducia contrassegnare tali provini in modo tale che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 NTC 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dalla Direzione Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

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

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

6.2.13 Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. È fatto compito all'Esecutore assicurare la presenza in cantiere delle terne d'armatura, al fine che queste ultime non vadano smarrite o erroneamente scambiate con terne di altri lotti ed eventualmente collaborare con la Direzione Lavori nella predisposizione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 30

direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori.

Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dalla Direzione Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

6.2.14 Inghisaggi ed ancoraggi

Tutte le indicazioni progettuali relative alle piastre di ancoraggio, ai tirafondi e ad elementi di ancoraggio previsti a progetto, dovranno essere reperite mediante la consultazione degli appositi elaborati esecutivi messi a disposizione dalla Direzione Lavori. Essi si considerano già compresi nel prezzo contrattuale.

Qualora nella struttura gettata in opera fosse previsto il posizionamento di ancoraggi di strutture in acciaio (inghisaggi), il posizionamento di quest'ultimi dovrà essere necessariamente controllato dalla Direzione Lavori, o da una persona di sua fiducia, al fine di appurarne la regolarità e fornire il benessere per il procedimento del getto di completamento.

A seconda della dimensione degli ancoraggi ed inghisaggi da realizzare, si avranno:

- *ancoraggi di precisione di grosso spessore*: si prevede l'utilizzo di betoncino cementizio premiscelato colabile espansivo avente le seguenti caratteristiche: Resistenza a compressione (UNI EN 12390/3) (MPa): 70 a 28 gg, Resistenza a trazione per flessione (UNI EN 12390/5) (MPa): 7 a 28 gg e Modulo elastico (UNI 6556) (MPa): 30000;
- *ancoraggi di precisione di piccolo spessore (massimo 35 mm)*: si prevede l'utilizzo di fissaggio chimico bicomponente a base di resina epossidica per perfori armati con barre di armatura avente le seguenti caratteristiche: Resistenza a compressione (EN 196-1) (N/mm²): 120, Resistenza a flessione (EN 196-1) (N/mm²): 42 e Modulo elastico (EN 196-1) (N/mm²): 10080.

Ai fini del corretto posizionamento dell'apparato meccanico si dovrà rimuovere dalla superficie della fondazione il calcestruzzo deteriorato e l'eventuale lattime di boiaccia, e irruvidire la superficie di contatto, nonché eliminare l'olio, il grasso, i detriti e la polvere dalla fondazione, dai pozzetti di ancoraggio, dai bulloni e dalla piastra d'appoggio.

Le casseforme debbono avere sufficiente impermeabilità per evitare sottrazioni d'acqua del betoncino di ancoraggio, ed essere ancorate e contrastate per resistere alla pressione del betoncino quando questo sarà messo in opera e livellato.

Qualora la temperatura, al momento dell'applicazione, sia compresa tra +5 e +10 °C lo sviluppo delle resistenze meccaniche risulterà più lento. La direzione lavori consiglia di utilizzare acqua di impasto riscaldata (+30 ÷ +50°C), di saturare il supporto con acqua calda e di applicare la malta nelle ore centrali della giornata; in nessun caso il betoncino cementizio premiscelato dovrà essere applicato a temperature inferiori a +5°C.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 31

7 Pali trivellati ad elica continua (CFA)

I pali CFA (Continuos Flight Auger) sono pali appartenenti alla categoria dei “pali costituiti da un fusto in CLS armato con una gabbia di ferro. Viene eseguito a mezzo di trivelle di notevole potenza che utilizzano un accessorio specifico e precisamente una “vite senza fine”, altrimenti detta “coclea”, costituita da un tubo cavo attorno al quale sono saldate delle eliche o spirali, che viene movimentata dalla rotar della trivella. La realizzazione dei pali CFA avviene secondo le seguenti fasi esecutive trivellati”:

Posizionamento della perforatrice: l'attrezzatura verrà movimentata centrando la punta dell'elica nella posizione teorica del palo indicata sul piano di lavoro tramite un picchetto;

Perforazione: sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare. L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto. La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitemento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione. Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Appaltatore, con l'accordo della Direzione Lavori potrà eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;

Getto di calcestruzzo ed estrazione dell'elica: il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. Pertanto, l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione. Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50 ÷ 150 KPa.

Inserimento della gabbia di armatura: l'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo. La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche del presente Capitolato.

Prima dell'inizio dei lavori l' Esecutore dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

L' Esecutore 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 cura dell' Esecutore apporre adeguati contrassegni, opportunamente spaziosi, su tutti gli elementi (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.

Sarà altresì cura dell' Esecutore 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.

Sarà cura dell' Esecutore 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.

Sarà cura dell' Esecutore far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) previste dalle Norme Tecniche delle Costruzioni del 2018 su indicazione della Direzione Lavori.

Sarà cura dell' Esecutore provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali, fino alla quota di progetto (piano d'imposta della struttura 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.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 32

L' Esecutore dovrà inoltre riportare i [mc] 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. Tutti i dati dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori contestualmente con quanto prescritto nel presente Capitolato, che si intende integralmente applicabile. Per quanto riguarda i controlli delle armature dei pali si rimanda a quanto prescritto nel presente Capitolato che si intende integralmente applicabile.

7.1 Tolleranze

I pali 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 palo (rispetto al diametro del palo) $\pm 10\%$ (max 5 cm);
- verticalità $\pm 2\%$;
- lunghezza ± 25 cm;
- diametro finito $\pm 5 \%$;
- quota di testa palo ± 5 cm.

7.2 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono integrative di quelle del presente Capitolato che si intendono integralmente applicabili.

7.3 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno; le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno. L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 15 cm ed il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura: detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 4 cm. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera dopo il getto; ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a quanto indicato indicato negli elaborati esecutivi del progetto strutturale.

Per quanto riguarda i controlli in corso d'opera dei materiali, si rimanda a quanto prescritto nel presente Disciplinare che si intende integralmente applicabile.

7.4 Conglomerati cementizi

I calcestruzzi saranno conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

7.5 Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito l' Esecutore dovrà redigere una scheda (redatta su un modello condiviso e approvato dal Committente) contenente le seguenti indicazioni:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 33

- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla Direzione Lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato;
- quantità e qualità dell'armatura.

7.6 Prove sui pali

Nel paragrafo che segue 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.

Normativa di riferimento

Per l'esecuzione delle prove si farà riferimento al seguente quadro normativo:

- D.M. 17/01/2018 (NTC, 2018);
- CIRCOLARE n° 7 del 21 gennaio 2019;
- EC7 e EC8 (nel Cap. 1 delle NTC si afferma che gli Eurocodici “forniscono il sistematico supporto applicativo” delle nuove norme).

Controlli di integrità sui pali

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di 2 pali per ogni struttura di fondazione. Nel caso di utilizzo del sistema “Cross-hole”, i tubi per il passaggio delle sonde soniche dovranno essere installati in tutti i pali previsti dal progetto. Successivamente la prova verrà eseguita esclusivamente sui pali indicati dal Collaudatore in accordo con la Direzione Lavori, con un numero di prove complessive comunque non inferiore a quello indicato dalla normativa.

Prove di carico in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Per ciascun sistema di fondazione il numero complessivo di prove non deve essere inferiore a:

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

Numero e ubicazione dei pali di prova

Il numero e l'ubicazione dei pali 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. La scelta e l'ubicazione dei pali di prova dovrà essere

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 34

preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà effettuare prove di carico assiale su un minimo di almeno due pali e comunque non inferiore a quelli previsti dalla vigente normativa (rif. Art. 6.4.3.7.2 DM17-1-18) e in base alle indicazioni fornite dal Collaudatore in accordo con la Direzione Lavori. I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti anche a prova di integrità per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti ad indagini soniche e/o a prove dinamiche. Per i controlli di integrità occorre utilizzare la metodologia "Cross-hole". I pali dovranno essere tutti predisposti per tale metodologia e successivamente sarà la DL e il collaudatore che sceglieranno i n. 4 pali da sottoporre alle prove di integrità. (due per fondazione)

La Direzione Lavori potrà imporre all'Appaltatore altre prove dinamiche o soniche o altre di tipo cross-hole senza ulteriori aggravii di costi alla Committente

Prove di carico assiale

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

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ (NTC 2018);

Sarà cura della Direzione Lavori fornire i carichi sui quali verranno eseguite le prove.

Esecuzione della prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo. I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (<3 mesi). Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova: $M \geq 1.2 P_{prova}/g = 0.12P_{prova}$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia. 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. Per la misurazione dei cedimenti saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno. Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 35

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.

a) Preparazione dei pali da sottoporre a prova

I pali prescelti per l'esecuzione della prova saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto non inferiore a 50 cm. Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120°, per la successiva apposizione dei micrometri. Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo. Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

b) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo. L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti (h min. = 1,5 m). Tra i martinetti 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 o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

In merito alle prove di carico su palo, visto che in precedenti parchi eolici sono state effettuate con un palo predisposto all'uso, usando il plinto come struttura di contrasto, la Committente si riserva di valutare e successivamente autorizzare questa modalità in attesa che l'Appaltatore specifichi le modalità di prova, le tempistiche e gli accorgimenti utilizzati per sottoporre questa modalità di prova al Collaudatore e alla DL.

c) Programma di carico

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

Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova. Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio. La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica;
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio;
- diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione;

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 36

- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo delle inverse pendenze.

8 Realizzazione del cavidotto e linee di comunicazione

8.1 Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento degli aerogeneratori e ripristino finale

I lavori elettrici da effettuare per la realizzazione dell'impianto eolico, possono dividersi in:

- realizzazione del cavidotto interno all'impianto eolico che collega tutte le turbine tra di loro;
- realizzazione del collegamento delle turbine con fibra ottica tra di loro;
- realizzazione del cavidotto esterno per il collegamento degli aerogeneratori con Stazione Utente;
- realizzazione della connessione in fibra ottica degli aerogeneratori con Stazione Utente;
- attestazione di cavi in fibra ottica;
- realizzazione del cavidotto per il collegamento della Stazione Utente con

Sottostazione Terna. Le forniture elettriche per il collegamento sono costituite da:

- cavi di energia tipo ARE4H5E(X) 20,8/36 kV (e sezioni da 120 a 400 mm²);
- terminazioni per conduttori AT da 120 a 400 mm²;
- giunzioni per conduttori AT da 120 a 400 mm²;
- tubo corrugato o rigido con diametro interno Ø 50 mm;
- fibra ottica multimodale 50/125 a 18-24 fibre e single-mode 9/125 a 8 fibre;
- attestazioni per cavi in fibra ottica;
- corda di rame nuda da 50 mm²;
- le forniture di materiali edili per la realizzazione dei cavidotti sono costituite da:
 - sabbia vagliata;
 - terreno vegetale;
 - massicciata stradale;
 - asfalto.

8.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di misurazione

8.2.1 Sistema elettrico e di comunicazione

Il sistema elettrico e di comunicazione di collegamento di tutti gli aerogeneratori, con la cabina di raccolta dovrà essere realizzato con linee in cavo a Alta tensione e linee in fibra ottica. Le linee in cavo interne ed esterne all'impianto eolico (di comando/segnalazione e di trasporto dell'energia prodotta) dovranno essere posate secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica dettate dalla vigente normativa, seguiranno percorsi interrati disposti lungo l'asse della viabilità di servizio e ai margini delle strade. Per realizzare il collegamento elettrico si dovrà predisporre possibilmente al centro della carreggiata della viabilità o ai margini della stessa, uno scavo della larghezza da 0,45 m per un 1 o 2 terne fino ad un massimo di 1,2 m per 5 terne, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di 1,20 m dal piano stradale o di campagna. Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, nel modo seguente:

- posa del conduttore di terra qualora necessario e del conduttore di energia, secondo le specifiche di progetto (qualora sia prevista una posa in tubi questi verranno posati in questa fase);
- posa del tubo corrugato o rigido del diametro interno di 50 mm per inserimento di una linea in fibra ottica;
- disposizione di uno strato con terreno di risulta opportunamente vagliato;
- posa del nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 37

necessario.

Nel caso di attraversamenti stradali, in senso trasversale o longitudinale all'asse della strada, a meno di specifiche ancora più restrittive dell'ente proprietario o concessionario della strada, si dovrà procedere al taglio del manto di asfalto ove presente per una larghezza di 1-1,5 m., alla scomposizione della massicciata stradale e lo scavo del terreno sottostante fino ad una quota di 1,20 m dal piano stradale, quindi procedere al successivo riempimento così come specificato precedentemente, tenendo conto che si dovrà procedere al ripristino della massicciata stradale e ove presente del relativo manto di asfalto, con gli stessi spessori ante operam, e comunque tali da garantire il non verificarsi, nel corso del tempo, di eventuali cedimenti che danneggino la sede stradale o i sottostanti cavi elettrici.

Specifiche della sabbia: La sabbia dovrà essere di fiume, di cava, ecc., purché la stessa risulti lavata e vagliata (diametro: 1÷4 mm). È assolutamente da escludere la presenza di particelle di dimensioni superiori.

Specifiche del materiale di rinterro: Il materiale di rinterro ove possibile sarà ricavato dal materiale di risulta dello scavo, purché vagliato, al fine di evitare necessariamente la presenza di inerti di pezzatura superiore a 30 mm, o ferrosi. Qualora non sia disponibile sul sito si utilizzerà materiale vegetale opportunamente vagliato.

8.2.2 Prescrizioni per scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata dovranno essere eseguiti con macchine escavatrici di qualsiasi tipo, purché di ingombro adeguato, in relazione all'ubicazione ed alle dimensioni degli scavi. I piani di fondazione devono essere resi perfettamente orizzontali. Il fondo scavo deve essere regolare, senza fratture, sfaldature, residui organici o comunque dannosi. Le sporgenze devono essere eliminate ed i vuoti non devono essere riempiti con i materiali scavati. Durante la posa bisognerà eliminare dal piano di posa qualsiasi pietra o altro che sia caduta sul piano di posa. A completamento di questo strato i materiali utilizzati per il riempimento devono essere compressi ed eventualmente irrorati in modo da evitare cedimenti.

8.2.3 Prescrizioni per la posa dei cavi

Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o adirizzati, non deve essere inferiore a 0°. Pertanto se la temperatura ambiente dovesse essere inferiore ai valori indicati, si dovrà avere cura di predisporre lo scavo in tutti i particolari e portare a piè d'opera il cavo solo quando tutto è pronto per la messa in opera; in tal caso il cavo dovrà provenire da un deposito chiuso nel quale la temperatura dello stesso deve essere notevolmente superiore alla temperatura minima suddetta in quanto i cavi avvolti su bobine seguono con molto ritardo le variazioni di temperatura ambientali. Nel corso dello svolgimento del cavo dalla bobina si effettuerà un puntuale controllo a vista dello stesso, le estremità dei cavi tagliate per la posa devono essere tempestivamente protette con cappucci di materiale termorestringente, qualora non venga subito eseguita la giunzione o la terminazione. I cavi non devono subire brusche piegature, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina, devono essere posati in trincea seguendo un percorso leggermente sinuoso. Per ridurre al minimo le sollecitazioni meccaniche del cavo, lo stendimento deve avvenire seguendo le modalità più idonee in relazione alle caratteristiche del tracciato, al sistema di posa adottato ed alle condizioni ambientali. La bobina deve essere posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dal basso. Per la posa del cavo con tiro meccanico è prescritto l'impiego di un argano a motore con frizione automatica a sgancio munito di apparecchiatura per il controllo continuo dello sforzo di trazione; l'applicazione del tiro deve avvenire in modo graduale e per quanto è possibile continuo, evitando le interruzioni e senza superare i 50 N (conduttori in alluminio) - 60N (conduttori in rame) per mm² di sezione totale dei conduttori. Non è consentita la posa del cavo con l'impiego di altri mezzi meccanici non rispondenti ai suddetti requisiti. Durante lo svolgimento del cavo gli sforzi di tiro devono sollecitare solo i conduttori del cavo impiegando allo scopo idonei dispositivi di attacco alla testa del cavo dotati di giunto snodato atto a scaricare i movimenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione. Durante tutta la fase di stendimento comunque non devono essere

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 38

applicati sforzi di tiro superiori a quelli previsti dal costruttore per il cavo. Al fine di evitare anomale sollecitazioni del cavo lo svolgimento della bobina deve avvenire mediante rotazione meccanica o manuale della stessa impedendo la rotazione della bobina per effetto del tiro del cavo. Lo scorrimento del cavo deve avvenire su appositi rulli predisposti sul fondo dello scavo allo scopo di escludere durante il tiro l'attrito derivante dal contatto del cavo con il terreno. Occorrerà distribuire convenientemente i rulli sul fondo dello scavo con una interdistanza non superiore a 3 m assicurandosi che essi siano ben stabili e che risultino ben allineati longitudinalmente e siano disposti con il loro asse perfettamente perpendicolare rispetto al cavo. Nelle curve bisognerà usare rulliere di guida in grado di garantire raggi di curvatura non inferiori a quelli previsti dal costruttore del cavo. Nelle curve in piano sul fondo dello scavo occorre inoltre disporre rulli orizzontali con interdistanza non superiore a 60 cm per sostenere il cavo e la fune.

8.2.4 Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni

Gli accessori (giunzioni e terminazioni) devono essere idonei a sopportare le sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche previste durante l'esercizio dei cavi in condizioni ordinarie ed anomale. Si ritiene indispensabile che il personale impiegato nelle operazioni di confezionamento di giunzioni e terminazioni sia in possesso di specializzazione conseguita con idonea formazione (enti CESI, ENEL o fornitori di cavi Alcatel, Pirelli, ecc) e successiva esperienza lavorativa. I giunti dovranno essere del tipo termorestringente (linee AT), e scelti in relazione al livello di tensione (36 kV) alle condizioni di funzionamento a correnti ordinarie (90°C) ed a correnti di corto circuito (250°C).

Le terminazioni interne devono essere di materiali e di forma appropriati in relazione ai conduttori che devono collegare e alla tensione a cui devono funzionare. I connettori devono poter ospitare e trattenere sicuramente tutti i fili elementari dei conduttori e devono essere realizzati in modo tale che, durante l'esercizio, non si verifichino dei conduttori conseguenti a fenomeni vibratorii, termici ecc. Sarà comunque necessario tener conto delle seguenti indicazioni:

- Non eseguire mai i giunti o i terminali all'aperto quando le condizioni atmosferiche non sono buone o quando la temperatura esterna è al di sotto dello zero. Per interventi in caso di necessità, in presenza di pioggia, neve o nebbia, è necessario proteggere la parte del cavo su cui si lavora con apposita tenda;
- Nelle operazioni di sistemazione e collocazione di terminazioni nei quadri o sui sostegni è necessario operare sul cavo in quanto i terminali non devono essere sollecitati non potendo sopportare sforzi di trazione;
- Collocato il terminale nella sua posizione definitiva il cavo va sagomato e fissato alla struttura di sostegno per non sollecitare il terminale meccanicamente; in tale posizione i raggi di curvatura del cavo non devono risultare inferiori ai raggi di curvatura indicati dal costruttore;
- Il giunto va adagiato sul fondo dello scavo in modo da avere nel piano di posa un supporto continuo per la sua intera lunghezza e ricoperto di uno strato di sabbia, terra vagliata o pozzolana aggiungendo altro materiale simile fino a sovrastare la sommità del giunto di almeno 10 cm.,
- In corrispondenza di giunti o terminali non sono previste scorte di cavo. Il giunto deve essere contornato da un cassonetto di mattoni e sabbia o terra vagliata che lo contorni completamente sui fianchi laterali e superiormente.

9 Aerogeneratori

9.1 Requisiti tecnici minimi degli aerogeneratori

Gli Aerogeneratori devono essere conformi alle normative tecniche italiane ed Europee, sia per quanto riguarda le caratteristiche elettriche, sia per le caratteristiche di resistenza agli eventi estremi del vento. L'aerogeneratore dovrà essere conforme alla direttiva macchine, e dovrà quindi avere marcatura CE, dovrà essere conforme alle normative IEC ENV 61400-1 (per quanto riguarda la classe di vento) ed inoltre dovrà avere tutte le certificazioni e dichiarazioni di conformità per l'impiantistica interna. Questo implica, che gli impianti interni dovranno essere realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle norme CEI e UNI di riferimento. Verranno, inoltre, impiegate apparecchiature e materiali provvisti di

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 39

certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente.

10 Cabine prefabbricate

10.1 Prescrizioni per l'acquisto di prefabbricati

Il manufatto deve essere costruito secondo quanto prescritto dalla Legge 5-11-1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dalla Legge 2-2-1974, n. 64 "Disposizioni in materia di costruzioni, cemento armato e indicazioni generali in materia di statica", dalle norme tecniche vigenti emanate con i relativi Decreti Ministeriali, per quanto applicabili a tutti i riferimenti legislativi sopra citati. Il manufatto prefabbricato deve garantire in ogni sua parte e componente un'adeguata protezione contro eventuali tentativi di smontaggio dall'esterno; deve inoltre essere realizzato in modo da avere un grado di protezione IP 33 verso l'interno. Le dimensioni di ingombro devono essere quelle indicate nel progetto. Il manufatto deve essere realizzato con una struttura monoblocco in cemento armato vibrato, con pareti interne lisce senza nervature. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione della struttura deve essere miscelato con idonei additivi fluidificanti e impermeabilizzanti, al fine di ottenere adeguata protezione da infiltrazioni d'acqua per capillarità. Il pavimento deve essere perfettamente piano, sufficientemente rifinito, antisdrucciolo e in grado di sostenere tutti i carichi fissi e mobili previsti sia durante il servizio sia in fase di montaggio. Il prefabbricato deve essere rifinito a perfetta regola d'arte sia internamente che esternamente. Le pareti interne e il soffitto devono essere tinteggiate con pitture a base di resine sintetiche o tempera di colore bianco. Le pareti esterne devono essere trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente (colore RAL 1011), costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti e additivi chegarantiscano:

- il perfetto ancoraggio sul manufatto;
- resistenza agli agenti atmosferici anche in ambienti aggressivi (industriale e marino);
- inalterabilità del colore alla luce solare e stabilità agli sbalzi di temperatura (in particolare per un temperatura da -10 °C a 60 °C).

Il manufatto deve essere corredato della pratica asseverata per il deposito al genio civile.

11 Prove e collaudi

11.1 Generalità

Il collaudo statico, inteso come procedura disciplinata dalle vigenti leggi di settore, è finalizzato alla valutazione e giudizio sulle prestazioni, come definite dalle NTC2018, delle opere e delle componenti strutturali comprese nel progetto ed eventuali varianti depositati presso gli organi di controllo competenti.

Il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d'opera.

11.2 Prove in fase di costruzione

Il Direttore dei Lavori ed il Committente si riservano anche in fase di costruzione di effettuare le prove, controlli e collaudi – a propria insindacabile discrezione - che riterranno utili alla verifica delle conformità e rispondenza delle opere eseguite in base a quanto previsto dal Contratto e dai suoi Allegati e l'Appaltatore dovrà fornire assistenza tecnica e/o quant'altro necessario per permettere l'esecuzione delle prove senza aggravio di costi per la Committente.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I materiali degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto al Direttore dei lavori per l'attuazione e reso noto al

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-003
	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 40		

Progettista e al Costruttore.

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro materiale attuazione, è responsabile il Direttore dei lavori.

11.3 Collaudo statico

Il Direttore dei Lavori ed il Collaudatore, a seguito dell'ultimazione dei lavori, eseguiranno – a propria insindacabile discrezione - i controlli ed i collaudi ritenuti utili ai fini della verifica della conformità e rispondenza delle opere a quanto previsto dagli elaborati di progetto e dai suoi allegati.

L'Appaltatore dovrà fornire assistenza tecnica e/o quant'altro necessario al fine di permettere l'esecuzione delle ispezioni, prove o verifiche, senza aggravio dei costi per la Committente.

L'ispezione dell'opera verrà eseguita dal Collaudatore alla presenza del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito.