

dott. ing. maurizio milan
n. 1413
ordine degli Ingegneri
della provincia di venezia

PROGETTO ARCHITETTONICO:

RPBW

RENZO PIANO BUILDING WORKSHOP

Via P.P. Rubens 29, 16158 Genova - Italy - tel. 010 61711

PROGETTO STRUTTURALE:

milaningegneria

Via Thaon di Revel n. 21 - 20159 Milano - tel. 02 36798890

PROGETTO IMPIANTI:

 **Manens-Tifs**
INGEGNERIA

Via Campofiore n. 21 - 37129 - Verona - tel. 045 8036100

CONSULENTE ANTINCENDIO - SICUREZZA:

 **GAE** Engineering S.r.L.

Corso Marconi n. 20 - 10125 - Torino - tel. 011 0566426

PROGETTO:

Torre Piloti
Genova

OGGETTO

Specifiche tecniche
Opere Strutturali

TAVOLA

S_R.003

DATA

SCALA

Giugno 2015

REDAZIONE

Milan Ingegneria srl

LIVELLO PROGETTAZIONE

REVISIONE

Progetto Preliminare

NOME FILE

TPG_PP_S_R.003

CODICE ELABORATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO	2
	2.1 OPERE STRUTTURALI	2
	2.1.1 Leggi, decreti e circolari	2
	2.1.2 Normativa europea	2
	2.2 CALCESTRUZZO	3
	2.2.1 Materiali	3
	2.2.2 Metodi di prova	3
	2.2.3 Metodi di prova sul calcestruzzo autocompattante	4
	2.3 AGGREGATI	4
	2.3.1 Metodi di prova aggregati	4
	2.4 ACCIAIO PER USO STRUTTURALE	4
	2.4.1 Bulloni	5
	2.4.2 Saldature	5
	2.4.3 Trattamenti anticorrosivi e di pitturazione	6
	2.5 NORME RELATIVE ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO	7
	2.6 DIRETTIVE COMUNITARIE	7
	2.7 NORME E CIRCOLARI IN MATERIA DI URBANISTICA, EDILIZIA ED IMPIANTI	7
3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	9
	3.1 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI	9
	3.2 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI	9
	3.2.1 Marcatura ce e dichiarazione di prestazione (dop)	9
	3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIALI	10
	3.3.1 Aggregati	10
	3.3.2 Acqua	11
	3.3.3 Leganti in genere	11
	3.3.4 Calci	11
	3.3.5 Cementi e agglomerati cementizi	11
	3.3.6 Leganti idraulici speciali	12
	3.3.7 Aggiunte	12
	3.3.8 Additivi	12
	3.3.9 Miscele preconfezionate di componenti per il calcestruzzo	13
	3.3.10 Armature per opere in calcestruzzo	13
	3.3.11 Malte e calcestruzzi cementizi	13
	3.3.12 Acciai per strutture metalliche	14
	3.3.13 Acciai inossidabili	14
	3.3.14 Bulloni per carpenteria metallica	14
	3.3.15 Profilati, barre e larghi piatti di uso generale	14
	3.3.16 Pannelli in legno stratificato x-lam per uso strutturale	14
	3.3.17 Massi naturali e pietrame scapolo	14
	3.3.18 Misto di cava (o tout-venant)	15
	3.3.19 Materiali per riempimenti	15
	3.3.20 Massi da scogliera	15
	3.3.21 Materiali diversi	15
4	ELABORATI DI CANTIERE, CAMPIONATURE E COLLAUDI.....	16

4.1	PIANI ED ELABORATI DI CANTIERE	16
4.1.1	Elaborati di costruttivi	16
4.1.2	Piano della qualità	16
4.1.3	Piano dei controlli	16
4.1.4	Elaborati as-built	16
4.2	CAMPIONATURE E MOCK UP	17
4.2.1	Campionature dei materiali e dei manufatti	17
4.2.2	Mock up	17
4.2.2.1	Facciata Nord corpo basso	18
4.2.2.2	Facciata Ovest corpo basso	19
4.2.2.3	Struttura scala e ascensore torre	20
4.2.2.4	Facciata e copertura sala operativa	21
4.3	VERIFICHE, PROVE E COLLAUDI	22
4.3.1	Verifiche e rilievi propedeutici alle lavorazioni e forniture	22
4.3.2	Accertamenti preventivi	22
4.3.3	Prove e controlli in fase esecutiva	22
4.3.4	Collaudo	22
4.3.4.1	Collaudo in corso d'opera	22
4.3.5	Prove di caratterizzazione dinamica	23
4.3.5.1	Collaudo statico	23
4.3.5.2	Collaudo definitivo	24
5	DEMOLIZIONI	25
5.1	DEFINIZIONE DEI LAVORI	25
5.2	PRESCRIZIONI GENERALI	25
5.3	PIANO DELLE DEMOLIZIONI	25
5.4	MODALITA' DI ESECUZIONE	26
5.4.1	Operazioni preliminari	26
5.4.2	Demolizioni con mezzi meccanici	26
6	OPERE DI FONDAZIONE PROFONDA.....	27
6.1	DEFINIZIONI DEI LAVORI	27
6.2	PRESCRIZIONI GENERALI	27
6.2.1	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche	27
6.2.2	Pali pilota e prove tecnologiche preliminari	28
6.2.3	Preparazione del piano di lavoro	28
6.3	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI	28
6.4	PROVE E CONTROLLI	29
6.4.1	Controlli in fase di perforazione	29
6.4.2	Controlli sul cls	29
6.4.3	Prove di carico in corso d'opera	29
6.5	TOLLERANZE GEOMETRICHE	30
6.6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	30
6.6.1	Calcestruzzo per pali	30
6.6.2	Armature metalliche	31
6.7	MODALITA' DI ESECUZIONE	32
6.7.1	Tracciamento	32
6.7.2	Attrezzature	32
6.7.2.1	Perforazione	32
6.7.2.2	Getto del calcestruzzo ed estrazione dell'elica	33
6.7.2.3	Inserimento della gabbia di armatura	33
6.7.2.4	Scapitozzatura	33

7	OPERE DI CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA.....	34
7.1	DEFINIZIONE DEI LAVORI	34
7.2	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	34
7.2.1	Aggregati per calcestruzzi	34
7.2.2	Aggregati di riciclo	35
7.2.3	Acciaio e armature	35
7.2.4	Conglomerato cementizio	36
7.2.5	Calcestruzzo preconfezionato	37
7.3	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	37
7.3.1	Controlli e prove sugli aggregati	37
7.3.2	Controlli e prove sul calcestruzzo	37
7.3.3	Valutazione preliminare della resistenza	38
7.3.4	Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo tipo SCC	38
7.3.5	Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo a ritiro controllato	39
7.3.6	Controlli di accettazione	39
7.3.7	Controlli in corso d'opera	39
7.3.8	Controlli in corso d'opera per calcestruzzo SCC	39
7.3.9	Controlli dell'acciaio per armature	40
7.4	PROVE SUI MATERIALI	40
7.4.1	Provini preliminari	40
7.4.2	Prelievo dei campioni	40
7.4.3	Prove sul calcestruzzo autocompattante scc	41
7.4.4	Prove sull'acciaio per armature	41
7.5	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	42
7.5.1	Controlli supplementari della resistenza a compressione	43
7.5.2	Carotaggi	43
7.5.3	Zona di prelievo	43
7.5.4	Prove di carico	43
7.5.5	Collaudo	43
7.6	TOLLERANZE DIMENSIONALI	44
7.7	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	44
7.7.1	Calcestruzzo per opere di fondazione ed elevazione non a vista	44
7.7.2	Calcestruzzo per opere faccia a vista	45
7.7.3	Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo	45
7.7.4	Casseri a perdere	45
7.7.5	Waterstop	45
7.7.6	Elemento di raccordo a taglio termico	45
7.7.7	Malta cementizia espansiva	45
7.7.8	Adesivo epossidico fluido per riprese di getto	46
7.7.9	Copriferri	46
7.8	MODALITA' DI ESECUZIONE OPERE IN CALCESTRUZZO	46
7.8.1	Deposito e conservazione dell'acciaio in cantiere	46
7.8.2	Lavorazioni dell'acciaio in cantiere - raggi minimi di curvatura	46
7.8.3	Piegatura del ferro e formazione delle gabbie	47
7.8.4	Scapitozzatura	47
7.8.5	Aggottamenti	47
7.8.6	Riprese di getto	48
7.8.7	Esecuzione dei casseri	48
7.8.8	Predisposizione di fori, tracce e cavità	48
7.8.9	Impasti	48

7.8.10	Getto del conglomerato	49
7.8.11	Stagionatura	49
7.8.12	Disarmo	50
7.9	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE OPERE IN CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE PER FINITURE FACCIA A VISTA	50
7.9.1	Ingredienti per il confezionamento	50
7.9.2	Prescrizioni per la produzione	50
7.9.3	Prescrizioni relative al grado di finitura delle superfici	51
7.9.4	Prescrizioni relative ai casseri per finitura faccia a vista	51
7.9.5	Elaborati costruttivi delle cassetture	52
7.9.6	Prescrizioni tecniche per getti faccia a vista	52
8	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA	54
8.1	DESCRIZIONE DEI LAVORI	54
8.2	PRESCRIZIONI GENERALI	54
8.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	55
8.4	CERTIFICAZIONI	56
8.4.1	Certificazioni prodotti	56
8.4.2	Certificazioni elementi strutturali	56
8.5	PROVE E COLLAUDI	56
8.5.1	Collaudo tecnologico dei materiali	56
8.5.2	Prove sui materiali	57
8.5.3	Prove sulle saldature	57
8.5.4	Controlli in corso d'opera	58
8.5.5	Piani di controllo	58
8.5.6	Collaudo	58
8.6	TOLLERANZE	59
8.7	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	59
8.7.1	Acciaio S355J2	59
8.7.2	Acciaio alto resistente S460 NH	59
8.7.3	Acciaio altoresistente S460 in barre per sartie stralli e controventi	59
8.7.4	Acciaio inossidabile per scala esterna	60
8.7.5	Elementi di collegamento	60
8.7.6	Malta cementizia espansiva	60
8.7.7	Resine per inghisaggi	60
8.8	DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA	61
8.8.1	Identificazione degli elementi	61
8.8.2	Controllo in cantiere	61
8.8.3	Lavorazioni in officina	61
8.8.4	Tagli e finiture	62
8.8.5	Forature	62
8.8.6	Saldature	62
8.8.7	Assemblaggio tramite saldatura in officina	62
8.8.8	Raddrizzamento e spianamento	63
8.9	MONTAGGIO	63
8.9.1	Accoppiamento in cantiere	64
8.9.2	Saldature in opera	64
8.10	VERNICIATURE	65
8.10.1	Prescrizioni generali	65
8.10.2	Ciclo di verniciatura per superfici esterne	65
8.10.3	Ciclo di verniciatura per superfici interne	66

8.10.4	Modalità di esecuzione	66
8.10.4.1	Preparazione delle superfici	66
8.10.4.2	Pretrattamenti	67
8.10.4.3	Sabbiatura	67
8.10.4.4	Attrezzature e modalità operative	67
8.10.4.5	Riparazione e ripresa dei cicli di verniciatura	68
8.10.5	Controlli sulle opere di verniciatura	68
8.10.5.1	Controllo sui prodotti vernicianti prima dell'applicazione	68
8.10.5.2	Controlli sulla preparazione delle superfici	68
8.10.5.3	Controlli sul film essiccato	69
8.10.5.4	Controllo di compatibilità incollaggio	69
8.10.6	Programma di manutenzione	69
9	OPERE IN CARPENTERIA LIGNEA.....	70
9.1	DEFINIZIONE DELLE OPERE	70
9.2	PRESCRIZIONI GENERALI	70
9.2.1	Certificazione, marchiatura e documentazione di accompagnamento	70
9.3	ACCETTAZIONE DEGLI ELEMENTI LIGNEI LAVORATI	70
9.4	IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI	71
9.5	ELABORATI DI CANTIERE	71
9.6	CONTROLLO IN CANTIERE	71
9.7	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI	71
9.7.1	Pannelli in legno multistrato a strati incrociati X-lam	71
10	ANTENNA.....	72
10.1	DEFINIZIONE DEI LAVORI	72
10.2	PROGETTAZIONE	72
10.3	REQUISITI PRESTAZIONALI E STRUTTURALI DELL'ASTA	73
10.3.1	Materiali	73
10.3.2	Carichi di esercizio	73

1 PREMESSA

Queste specifiche tecniche definiscono le caratteristiche dei materiali, dei sistemi e in generale delle provviste, la messa in opera delle attrezzature e le modalità di esecuzione dei lavori necessari alla realizzazione delle **Opere Strutturali della Torre Piloti, Porto di Genova**.

L'appalto comprende:

- demolizione della soletta e comunque del piazzale vicino alla zona fiera di Genova;
- esecuzione di pali trivellati e scapitozzatura;
- opere di fondazione in calcestruzzo armato, compresi inghisaggi, tirafondi e predisposizione degli elementi di collegamento strutturale;
- strutture in carpenteria metallica;
- sistemi di protezione alla corrosione e finitura delle strutture interne ed esterne in carpenteria metallica;
- piano della qualità e di controllo dei sistemi di verniciatura;
- orizzontamenti solai torre in pannelli di legno stratificato x-lam;
- opere di impermeabilizzazione e waterstop;
- strutture miste acciaio/calcestruzzo;
- elevazioni in calcestruzzo non a vista;
- elevazioni in calcestruzzo autocompattante con finitura faccia a vista;
- studio e pre-qualifica del calcestruzzo autocompattante e a ritiro controllato, comprese prove di laboratori e campionature fuori opera;
- mock up;
- realizzazione di cassoni in autoaffondamento;
- ripascimento della scogliera.

Le opere si intendono complete di tutti gli elementi di unione e ancoraggio alle opere di fondazione speciale, alle strutture di carpenteria e di tutte le predisposizioni necessarie alla successiva esecuzione delle opere architettoniche e impiantistiche così come meglio descritti e specificati negli elaborati di progetto facenti parte della documentazione di gara.

Le opere, nessuna esclusa, dovranno essere conformi al progetto esecutivo che sarà validato dalla Stazione Appaltante e perfettamente compiute a regola d'arte.

I lavori in affidamento comprendono tutti gli oneri descritti nel Capitolato Speciale d'Appalto. Per quanto attiene alle opere strutturali si evidenziano:

- oneri spese per la movimentazione, il carico, lo scarico e lo smaltimento presso discariche autorizzate dei materiali di rifiuto o di risulta;
- tracciatura delle opere;
- progetti costruttivi e di officina;
- campionature, mock up, documentazioni tecniche e certificazioni relative a tutte le forniture e le lavorazioni comprese nel lotto di appalto in affidamento;
- sondaggi, indagini preliminari, prove di accettazione e di collaudo dei materiali e delle opere finite, secondo normativa vigente o secondo giudizio insindacabile della D.L.;
- tutte le lavorazioni e le assistenze necessarie all'esecuzione di sondaggi, indagini, prove di accettazione dei materiali e delle opere finite, comprese prove in corso d'opera;
- costruzione, spostamento, mantenimento e smontaggio di ponti, impalcature, ponteggi, puntellature, costruzioni provvisoriale di ogni tipo, ritegni e predisposizioni provvisoriale, sbadacchiature e quant'altro necessario per l'esecuzione dei lavori;
- elaborati as-built.

2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO

Le normative vigenti hanno valore cogente e pertanto, tutte le forniture, le prestazioni, i lavori e le opere compiute devono uniformarsi. L'Appaltatore deve rispettare tutte le disposizioni legislative nazionali e locali, le direttive europee, le norme UNI, UNI EN ed ISO vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, anche se entrate in vigore dopo la consegna dei lavori, o comunque non espressamente citate nel presente Capitolato.

2.1 OPERE STRUTTURALI

2.1.1 Leggi, decreti e circolari

L. 5.11.1971, n°1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
D.M. 14.01.2008	Norme tecniche per le costruzioni.
Circolare n.617, 2.2.2009	Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
D.M. 16.02.2007	Ministero dell'interno – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
Istruzioni C.R.N. 10011/97	Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione.
Istruzioni C.R.N. 10025/98	Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo.
UNI EN 1992-1-2:2005	Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale, e precompresso.
EC 1: 2007- UNI 9503:2007	Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio

2.1.2 Normativa europea

UNI EN 1991-1-1:2004	EC 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici;
UNI EN 1991-1-1:2010	EC 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
UNI EN 1992-1-1:2005	EC 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
UNI EN 1993-1-1:2005	EC 3: Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
UNI EN 1993-1-4:2007	EC 3: Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-4: Regole generali – Regole supplementari per acciai inossidabili
UNI EN 1993-3-1:2007	EC 3: Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere – torri e pali;
UNI EN 1994-1-1:2005	UNI EN 1994-1-1:2005 - Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio/calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
UNI EN 1995-1-1:2009	EC 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo EC 5: Progettazione delle strutture in legno

UNI EN 1997-1-1:2005
UNI EN 1998-1:2005

EC 7: Progettazione geotecnica
EC 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;

2.2 CALCESTRUZZO

2.2.1 Materiali

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2004

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

UNI EN 197-1:2011

Composizione, specificazioni e criteri di conformità dei cementi

UNI EN 197-2:2001

Cemento: valutazione della conformità

UNI 11040:2003

Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli.

UNI EN 206-9:2010

Calcestruzzo - Parte 9: Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante (SCC)

UNI EN 1008:2003

Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo

UNI EN 12620:2008

Aggregati per il calcestruzzo - caratteristiche chimico/fisiche degli aggregati da utilizzarsi nel confezionamento di conglomerati cementizi.

UNI EN 13055-1:2003

Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte

UNI EN 13139:2003

Aggregati per malta.

UNI EN 10080:2005

Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità

2.2.2 Metodi di prova

UNI EN 12350-2:2009

Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono

UNI EN 12390 - 1-4:2002

UNI EN 12390 - 2-3-5:2009

UNI EN 12390 - 6:2010

Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme. Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza. Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini. Parte 4: Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova. Parte 5: Resistenza a flessione dei provini. Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini.

UNI EN 12390 - 7-8:2009

Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito. Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

UNI EN 14127:2011

Prove non distruttive - Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni

2.2.3 Metodi di prova sul calcestruzzo autocompattante

EC 1-2011 UNI EN 12350-8:2010	Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 8: Calcestruzzo autocompattante - Prova di spandimento e del tempo di spandimento
EC 1-2011 UNI EN 12350-9:2010	Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 9: Calcestruzzo autocompattante - Prova del tempo di efflusso
EC 1-2011 UNI EN 12350-10:2010	Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 10: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L
EC 1-2011 UNI EN 12350-12:2010	Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 12: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante anello a J

2.3 AGGREGATI

UNI EN 12620:2008	Aggregati per il calcestruzzo
UNI EN 13043:2004	Aggregati per miscele bituminose
UNI EN 13055-1:2003	Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
UNI EN 13055-2:2005	Aggregati leggeri per miscele bituminose
UNI EN 13139:2003	Aggregati per malta
UNI EN 13242:2008	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile
UNI EN 13383-1:2003	Aggregati per opere di protezione

2.3.1 Metodi di prova aggregati

UNI EN 932-1:1998	Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento
UNI EN 932-2:2000	Idem. Metodi per la riduzione dei campioni in laboratorio
UNI EN 933-1:2009	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per staccatura.
UNI EN 1367-1:2007	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
UNI EN 1097-1:2004	Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati
UNI EN 1744-1:2010	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica.

2.4 ACCIAIO PER USO STRUTTURALE

UNI EN 10025:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 10210-1:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
UNI 10219-1:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate
UNI EN 10163/1/2/3:2005.	Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo
UNI EN ISO 1460:1997	Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area.

UNI EN ISO 1461:2009	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova
UNI EN 10088-3:2014	Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali

2.4.1 Bulloni

UNI EN ISO 898-1:2009	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine
UNI EN 14399 -1:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte generale
UNI EN 14399 -2/6:2005 UNI EN 14399 -7/8:2008	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato In particolare la parte 3, unitamente alla parte 1, specifica i requisiti per l'assieme di viti e dadi ad alta resistenza di sistema HR adatti al serraggio controllato, con filettatura da M12 a M36 e classe di resistenza 8.8/8 e 10.9/10.
UNI EN ISO 4759 -3:2002 UNI EN ISO 4759 -1:2001	Rondelle piane per viti e dadi - Categorie A e C Tolleranze per elementi di collegamento - Viti, viti prigioniere e dadi - Categorie A, B e C
UNI EN ISO 898-5:2000	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti senza testa e particolari simili filettati non soggetti a trazione
UNI EN ISO 898-6:1996	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo fine.

2.4.2 Saldature

UNI EN 1011-1:2009	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco
UNI EN 1011-2:2005	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
UNI EN 1011-3:2005	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili
UNI EN ISO 9692-1:2005 UNI EN ISO 8501-3:2008	Saldatura e procedimenti connessi Preparazione di substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 3: Gradi di preparazione di saldature, bordi e altre aree con imperfezioni superficiali
UNI EN ISO 15792-1:2009	Materiali di apporto per saldatura - Metodi di prova - Parte 1: Saggi di prova per la realizzazione di provette di tutto metallo di apporto di saldature di acciaio, nichel e leghe di nichel

UNI EN ISO 15792-2:2009	Materiali di apporto per saldatura - Metodi di prova - Parte 2: Preparazione del saggio di prova per la realizzazione di provette di saldature di acciaio eseguite con tecnica a singola o a doppia passata
UNI EN ISO 17635:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
UNI EN 12517-1:2007	Controllo non distruttivo delle saldature - Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe - Livelli di accettazione
UNI 7603:1976	Prove non distruttive dei materiali ferrosi. Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali od elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso.
UNI EN ISO 22825:2007	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Controllo di saldature di acciaio austenitico e di leghe a base nichel

2.4.3 Trattamenti anticorrosivi e di pittura

UNI EN ISO 12944-1:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale
UNI EN ISO 12944-2:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Classificazione degli ambienti
UNI EN ISO 12944-3:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione
UNI EN ISO 12944-4:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione
UNI EN ISO 12944-5:2008	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva
UNI EN ISO 12944-6:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Prove di laboratorio per le prestazioni
UNI EN ISO 12944-7:2001	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura
UNI EN ISO 12944-8:2002	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione
UNI EN ISO 28199-1/3:2009	Pitture e vernici - Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione -
UNI EN ISO 15528:2014	Pitture, vernici e materie prime per pitture e vernici - Campionamento.
UNI EN ISO 13076:2012	Pitture e vernici - Illuminazione e procedura per la valutazione visiva dei rivestimenti.
UNI EN ISO 2409:2013	Prodotti vernicianti. Prova di quadrettatura.
UNI EN ISO 4618-2/2007	Pitture e vernici - Termini e definizioni per i prodotti vernicianti - Termini particolari relativi alle caratteristiche e alle proprietà delle pitture.

UNI EN ISO 4618-3:2007	Pitture e vernici - Termini e definizioni per i prodotti vernicianti - Preparazione della superficie e metodi di applicazione.
UNI EN ISO 7784-1:2006	Pitture e vernici - Determinazione della resistenza all'abrasione.
UNI EN ISO 28199-1/3:2009	Pitture e vernici - Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione.
UNI EN ISO 7784-1:2006	Pitture e vernici - Determinazione della resistenza all'abrasione

2.5 NORME RELATIVE ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO

I prodotti e gli elementi costruttivi impiegati nell'esecuzione di opere per le quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza antincendio devono essere conformi ai titoli e ai riferimenti delle norme armonizzate europee e alla normativa di recepimento di seguito elencata.

Nella realizzazione di opere di cui sopra devono essere impiegati prodotti ed elementi costruttivi muniti di marcatura CE in conformità all'impiego previsto dalla classificazione e dalle specificazioni tecniche di prodotto.

UNI EN 13501:2007	Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione.
D.M. 16 febbraio 2009	Modifiche ed integrazioni al decreto 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione.
D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi.

2.6 DIRETTIVE COMUNITARIE

Regolamento (UE) N. 305/2011, 9 marzo 2011	Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio pubblicato nella GUUE L 88/5 del 04.04.2011.
GuUE n. C 309 del 18 dicembre 2009	Norme armonizzate europee in materia di materiali da costruzione
Direttiva n. 89/391/CEE 12 giugno 1989	Concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
Direttiva n. 89/654/CEE 30 novembre 1989	Relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro.

2.7 NORME E CIRCOLARI IN MATERIA DI URBANISTICA, EDILIZIA ED IMPIANTI

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia.
D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
DM 22 gennaio 2008, n 37	Disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno di edifici.
L. 5 marzo 1990, n 46	Norme per la sicurezza degli impianti – art. 8 Finanziamenti - art. 14 Verifiche – art. 16 Sanzioni, come modificato ai sensi dell'art. 3, comma 1, del decreto 28.12.2006 n. 300, convertito con modifiche dalla legge 26.02.2007, n 17

Legge 22 febbraio 2001, n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici.
D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462	Regolamento e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche.
D.P.R. del 01 agosto 2011 n.1,51	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 - quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
Decreto del Ministro dell'Interno, 7 agosto 2012	Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151
Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194	Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005
D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152	Norme in materia ambientale.
Legge 9 agosto 2013, n. 98	art. 41 - Disposizioni in materia ambientale art. 41 bis - Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo
D.M. 10 agosto 2012, n 161	Regolamento recante la disciplina dell'utilizzo delle terre e rocce da scavo.

3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Si descrivono nei seguenti articoli le caratteristiche tecniche e le norme di riferimento dei materiali di base impiegati nelle diverse lavorazioni. Le caratteristiche di seguito riportate costituiscono i requisiti minimi di accettazione previsti a norma di legge. In conformità agli elaborati di progetto ulteriori specifiche sono riportate nei capitoli relativi alle singole lavorazioni.

3.1 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

L'Appaltatore può approvvisionare i materiali occorrenti alla costruzione dell'Opera presso ditte produttrici o cave che ritiene di sua convenienza, purché gli stessi siano rispondenti, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ai requisiti qualitativi indicati nei seguenti articoli e alle specifiche disposizioni regolamentari e di legge.

I materiali e i prodotti utilizzati devono essere completamente rispondenti all'applicazione e alla funzione a cui sono destinati ed essere posti in opera in conformità alla norme tecniche e ai certificati di omologazione.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L.

Qualsiasi provvista rifiutata dalla D.L. come non atta all'impiego, deve essere sostituita dall'Appaltatore con altra conforme alle caratteristiche richieste; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Nel caso di impiego di materiali e prodotti non approvati o non ritenuti idonei dalla D.L., l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, provvedere alla demolizione/rimozione delle lavorazioni eseguite e al rifacimento delle stesse con materiali e prodotti approvati dalla D.L.

Qualora l'Appaltatore non esegua la rimozione/demolizione dei materiali o delle opere nei termini disposti dalla D.L., il Committente potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa in qualche modo derivare dalla rimozione stessa.

L'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo esso tenuto a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni accettati dalla D.L.

La rispondenza dei prodotti da costruzione alle prescrizioni normative ed a quelle delle presente documento deve essere comprovata da schede tecniche di prodotto, certificati di prova e marcatura CE. La Direzione lavori potrà comunque ordinare, sia in fase di accettazione dei materiali sia in fase di esecuzione, prove di laboratorio per la verifica della rispondenza fra i requisiti prestazionali dichiarati e le prescrizioni di progetto.

3.2 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, devono essere identificabili e qualificati dal produttore secondo le procedure applicabili di cui al paragrafo 11.1 del DM. 14.02.08.

L'identificazione e la qualificazione dei materiali e dei prodotti, a secondo dei casi, è attestata da:

- Marcatura CE;
- Benestare Tecnici Europei (ETA);
- Attestato di qualificazione;
- Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego;

Prima del loro impiego, tutti i materiali ed i prodotti devono essere accettati dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione che l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a suo onere e spesa.

Per ogni partita di manufatti o di materiali da impiegare per l'esecuzione dell'opera, dovranno essere prodotte tutte le certificazioni di norma e, a richiesta della D.L. eventuali prove su campioni prelevati dalle forniture stesse.

3.2.1 Marcatura ce e dichiarazione di prestazione (dop)

Tutte le forniture di materiali e manufatti devono essere dotate di Marcatura CE e di DoP, Dichiarazione di Prestazione, in conformità al Regolamento 305/2011.

La Marcatura CE attesta la conformità del prodotto alle norme armonizzate e riporta le informazioni sul prodotto. A

richiesta della D.L. la Dichiarazione di Conformità, deve essere fornita dal produttore in formata cartaceo o elettronico.

L'attestazione della conformità ad una specificazione tecnica armonizzata, è sostituita dalla Valutazione e dalla Verifica della Costanza della Prestazione del prodotto secondo le modalità di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011.

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) descrive le prestazioni del prodotto in relazione alle sue caratteristiche essenziali, in conformità alla specifica tecnica di riferimento.

La dichiarazione deve contenere le seguenti informazioni:

- il riferimento del prodotto-tipo; Codice di identificazione unico del prodotto-tipo Numero di tipo, lotto, serie o qualsiasi altro elemento che consenta l'identificazione del prodotto
- il sistema o i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione, allegato V del CPR305/11;
- il numero di riferimento e la data di pubblicazione della norma armonizzata o della valutazione tecnica europea di riferimento;
- se del caso, il numero di riferimento della documentazione tecnica specifica;
- i requisiti ai quali il fabbricante dichiara che il prodotto risponda.

La dichiarazione di prestazione contiene altresì:

- l'uso o gli usi previsti del prodotto;
- l'elenco delle caratteristiche essenziali o gli usi previsti dichiarati;
- le prestazioni delle caratteristiche essenziali pertinenti agli usi dichiarati;
- se del caso, la prestazione del prodotto da costruzione, espressa in livelli o classi, o in una descrizione, ove necessario sulla base di un calcolo, in relazione alle sue caratteristiche essenziali determinate conformemente all'articolo 3, paragrafo 3;
- la prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione concernenti l'uso o gli usi previsti, tenendo conto delle disposizioni relative all'uso o agli usi previsti nel luogo in cui il fabbricante intenda immettere il prodotto da costruzione sul mercato.

Per le caratteristiche essenziali elencate, per le quali non sia dichiarata la prestazione, deve essere apposta la sigla «NPD» (nessuna prestazione determinata).

Marcature e dichiarazioni (DoP) devono essere esibite tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave e da stabilimenti.

3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIALI

3.3.1 Aggregati

Gli inerti e gli aggregati da impiegarsi nell'esecuzione dei lavori devono essere conformi alle seguenti norme che il CEN ha elaborato in funzione alla categorie di opere da realizzare:

- UNI EN 12620:2008 - Aggregati per il calcestruzzo
- UNI EN 13055-1:2003 - Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
- UNI EN 13139:2003 - Aggregati per malta
- UNI 11013:2002 - Aggregati leggeri - Argilla e scisto espanso - Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale

Gli inerti da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti stabiliti ai sensi art. 11.2.9.2 del D.M. 14.01.2008. Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, in conformità alla norma EN 12620:08, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla

conservazione delle armature. Gli aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione devono essere conformi alle norme EN 13055-1:03, UNI 11013:02.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La curva granulometrica degli aggregati per i conglomerati sarà contenuta nel fuso indicato in progetto.

L'Impresa deve garantire per ogni lavoro la costanza delle caratteristiche granulometriche.

Gli aggregati per malte per opere murarie devono essere conformi alla norma EC 1-06 UNI EN 13139:03 e alla norma UNI 11320:09 - Istruzioni complementari.

Deve essere costituita da granelli non gelivi, non friabili e deve risultare priva di polvere, di frazioni limose, argillose e di sostanze organiche, nonché di sostanze dannose all'impiego a cui la sabbia è destinata. La sabbia deve avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3.3.2 Acqua

L'acqua per gli impasti con leganti idraulici, in conformità alla norme UNI EN 1008:2003. L'acqua deve essere limpida, priva di sostanze organiche, grassi o sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri, e non deve essere aggressiva per il conglomerato risultante.

L'acqua di impasto per calcestruzzi ad alta resistenza deve essere acqua potabile, è vietato l'impiego di acque di riciclo.

3.3.3 Leganti in genere

I leganti dovranno essere forniti in sacchi sigillati. Le confezioni dei prodotti devono riportare la marcatura CE e il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento deve essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti. I leganti e gli impasti cementizi o malte pronte all'uso devono essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

3.3.4 Calci

La calce idraulica deve essere conforme alla Legge 26/5/1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" e alle norme UNI EN 459/1:2010 e UNI EN 459/3:2011: Calci da costruzione - Parte 3: Valutazione della conformità. Si distinguono tre categorie di calce:

- NHL: calci idrauliche naturali
- NHL-Z: calci idrauliche naturali con materiale aggiunto
- HL: calci idrauliche

L'accettazione e le modalità di prova sono normate dal D.M. 31/8/1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e dal Regio Decreto del 16 novembre 1939, n. 2231: Norme per l'accettazione delle calci.

3.3.5 Cementi e agglomerati cementizi

Gli agglomerati cementizi devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nel D.M. 14.01.08 e nelle norme UNI EN 206-1:06 e UNI EN 197-1:07; l'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e di collaudo sono regolate dal D.M. 14.01.2008.

Il cemento, fra quelli considerati idonei in conformità alla norma UNI EN 197-1:07, Leganti idraulici deve essere scelto, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura;
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;

- la potenzialità reattiva degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Il calcestruzzo per l'impiego nelle opere di conglomerato cementizio semplice e armato deve essere di Classe di esposizione XS secondo norma UNI EN 206:2006 e UNI 11104:2004:

- XS2 permanentemente sommerso: a/c max = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m³) = 360; minima classe di resistenza: C35/45
- XS3 zone esposte agli spruzzi o alla marea: a/c max = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m³) = 360; minima classe di resistenza: C35/45

In ambiente marino deve essere sempre usato cemento pozzolanico o d'altoforno (o comunque solfato-resistente); il rapporto in peso acqua/cemento non deve superare il valore massimo di 0.45 compreso il contenuto d'acqua degli inerti all'atto del confezionamento del calcestruzzo.

Il confezionamento deve essere conforme alle indicazioni delle "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale", edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I cementi normali, pozzolanico e d'altoforno, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio armato, devono essere certificati presso laboratori notificati.

Nel caso in cui il cemento sia approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto deve effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzia di costanza del tipo e continuità di fornitura.

3.3.6 Leganti idraulici speciali

I leganti idraulici speciali devono essere rispondenti alle norme sui cementi sopracitate. I cementi privi di ritiro, costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti devono essere caratterizzati da:

- determinazione del ritiro del cls indurito (UNI 11307:2008)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 16-24 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122:2008;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123:72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (CNR UNI 10020:71);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI EN 12390).

Le modalità e le prescrizioni di impiego del produttore devono essere scrupolosamente in particolare per quanto attiene alla conservazione, miscelazione e stagionatura. Gli sfridi delle lavorazioni devono essere portati a rifiuto.

3.3.7 Aggiunte

Nei calcestruzzi ad uso strutturale è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non risultino nocive alle caratteristiche prestazionali del calcestruzzo. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma.

3.3.8 Additivi

Ai sensi dell'art. 11.2.9.4 del D.M. 14.01.2008, gli additivi impiegati nella confezione di calcestruzzi ad uso strutturale devono essere conformi alle norme:

- UNI EN 934-1:2008 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni
- UNI EN 934-2:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.
- UNI EN 934-3:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 3: Additivi per malte per opere murarie - Definizioni, requisiti, conformità e marcatura ed etichettatura

- UNI EN 934-4:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- EC 1-2011 UNI EN 934-4:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-5:2008 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura

Gli additivi per impasti cementizi sono classificati in funzione delle caratteristiche prestazioni in:

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

Il Direttore dei lavori può disporre prove l'esecuzione di prove di laboratorio in conformità alla norma UNI EN 934-6:2007 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità

3.3.9 Miscele preconfezionate di componenti per il calcestruzzo

Non è ammesso l'uso di miscele preconfezionate con l'aggiunta di acqua in cantiere.

3.3.10 Armature per opere in calcestruzzo

L'acciaio per l'armatura del calcestruzzo normale deve essere del tipo B450C, in conformità al D.M. 14.01.2008 e alla Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Acciaio per armature B450C, D.M. 14.01.08, paragrafo 11.3.2.1

- | | |
|---|-------------------------------|
| - Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ |
| - Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$ |
| - Valore minimo di $k=(f_t / f_y)$: | $1.15 \leq k \leq 1,35$ |
| - Tensione di snervamento nominale ($f_y / f_{y, nom}$) | ≤ 1.25 |
| - Deformazione caratteristica al carico massimo: | $\epsilon_{uk} \geq 7.5\%$ |
| - Modulo di elasticità E_s : | 200GPa |

Gli elementi strutturali di acciaio, quali staffe, ferri piegati, gabbie d'armatura, devono provenire da un Centro di Trasformazione, dotato di regolare denuncia di trasformazione in conformità al D.M. 14.01.08, di certificazione UNI EN ISO 9001 e, in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante saldatura, UNI EN ISO 3834:2006, parti 2-4. Ogni fornitura in cantiere di elementi di acciaio provenienti dai centri di trasformazione deve essere corredata dagli estremi dell'avvenuta attestazione presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204), UNI EN 10080:2005 - Acciaio d'armatura per calcestruzzo.

Gli acciai devono essere esenti da difetti che ne pregiudichino l'impiego, quali cricche, incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

3.3.11 Malte e calcestruzzi cementizi

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte, ed i rapporti di miscela, devono corrispondere alle prescrizioni delle voci precedenti, per i vari tipi d'impasto ed a quanto verrà, di volta in volta,

ordinato dalla Direzione dei lavori.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti deve essere effettuato con dispositivi meccanici suscettibili di esatto controllo, che l'Impresa deve fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti devono essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno sollecitamente e senza indugio portati a rifiuto.

3.3.12 Acciai per strutture metalliche

I materiali da impiegare per la realizzazione di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. La progettazione strutturale è inoltre soggetta al rispetto dell'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio e all'Eurocodice 4 per le strutture miste acciaio, calcestruzzo.

Gli acciai di uso generale da impiegare, saranno laminati a caldo in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi, anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo, e dovranno essere del tipo S355 o S460, come classificati dalle norme UNI EN 1993-1-1 e UNI EN 10025-2.

La classe di resilienza dell'acciaio è definita secondo le indicazioni contenute nell'Eurocodice 3, parte 1-10.

I profilati cavi per impieghi strutturali dovranno essere alla norma tecnica UNI EN 10210-1:2006.

3.3.13 Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, possono essere impiegati per la realizzazione di strutture metalliche sole se le loro caratteristiche meccaniche sono conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al § 1.3.2.1, del D.M. 14.02.08, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della Tab. 11.3.Ia, il termine $f_{7\%}$, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt}=7\%$. La saldabilità di tali acciai deve essere documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Le saldature di acciai inossidabili devono essere conformi alla norma UNI EN 1011-3, per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

3.3.14 Bulloni per carpenteria metallica

Bulloni ad alta resistenza, viti, dadi, rosette e tutti gli elementi di collegamento devono essere conformi alle prescrizioni dell'Eurocodice 3, e alle seguenti norme tecniche:

UNI EN ISO 898- Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio

UNI EN ISO 4759 - Tolleranze per elementi di collegamento

3.3.15 Profilati, barre e larghi piatti di uso generale

Saranno conformi alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione: UNI EN 10163/1/2/3. Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

3.3.16 Pannelli in legno stratificato x-lam per uso strutturale

I pannelli di tavole incrociate di produzione industriale, costituiti da più strati di tavole uniti tra loro mediante incollaggio con adesivi strutturali oppure con mezzi meccanici di unione conformi alle norme vigenti, possono essere utilizzati, in assenza di specifica normativa, solo se conformi ad uno specifico benessere tecnico rilasciato da competenti autorità tecniche di uno dei paesi membri del CEN. In tal caso i valori dei parametri necessari per la progettazione possono essere ricavati dal relativo benessere tecnico.

In conformità all'Eurocodice 5, le caratteristiche prestazionali dei pannelli devono essere certificate secondo norma tecnica ETA 06/0138.

3.3.17 Massi naturali e pietrame scapolo

I massi naturali per scogliera ed il pietrame scapolo, salvo più specifiche prescrizioni incluse in queste specifiche tecniche e nelle singole voci dell'Elenco prezzi, devono essere costruiti da pietra dura e compatta, priva di cappellaccio, e dotate di caratteristiche conformi alle norme vigenti per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Essi devono rispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità, durabilità, essere esenti da giunti, fratture e piani di sfaldamento, e risultare inoltre inalterabili all'acqua di mare e al gelo; il peso specifico deve essere di norma non inferiore a 2600 kg/mc.

3.3.18 Misto di cava (o tout-venant)

Il misto di cava deve essere di dimensioni comprese tra 0,02 cm e 50 cm, non solubile, privo di frazioni limose o argillose e di sostanze organiche.

Nei nuclei di scogliere, riempimenti e simili da utilizzare nelle opere marittime, il tout-venant (misto di cava) deve essere composto da elementi lapidei del peso compreso tra 5 e 1.000 kg – distribuito secondo una curva granulometrica il più possibile continua – non solubile, privo di frazioni limose o argillose e di sostanze organiche. Il tout-venant per opere marittime può essere costituito da materiale proveniente dai dragaggi di caratteristiche granulometriche simile, privo di frazioni limose o argillose e di sostanze organiche.

3.3.19 Materiali per riempimenti

I riempimenti a tergo di banchine, o in generale per la realizzazione di rilevati, devono essere eseguiti con materiali provenienti da scavi, dragaggi, demolizioni e cave ritenute idonee dalla Direzione dei lavori. I materiali devono possedere caratteristiche conformi a quelle indicate negli elaborati di progetto.

3.3.20 Massi da scogliera

I massi per scogliera devono rispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità, durabilità, essere esenti da giunti, fratture e piani di sfaldamento, e risultare inoltre inalterabili all'acqua di mare e al gelo. Il peso specifico deve essere di norma non inferiore a 2.400 kg/mc.

Le prove di resistenza del materiale alla compressione, all'abrasione, alla salsedine marina e alla gelività, che la Direzione dei lavori riterrà di disporre, saranno effettuate a carico dell'impresa seguendo le norme in vigore.

3.3.21 Materiali diversi

I materiali diversi da quelli specificati nei precedenti articoli devono essere somministrati dall'Appaltatore in conformità alle prescrizioni dei corrispondenti articoli di elenco, devono rispondere alle vigenti norme ed essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

4 ELABORATI DI CANTIERE, CAMPIONATURE E COLLAUDI

4.1 PIANI ED ELABORATI DI CANTIERE

4.1.1 Elaborati di costruttivi

L'Appaltatore ha l'onere di redigere gli elaborati di cantierizzazione integrativi, costituenti interfaccia fra il progetto esecutivo e la costruzione delle opere. Gli elaborati di cantierizzazione, sottoscritti dall'Appaltatore e da un tecnico abilitato ai sensi di legge devono essere sottoposti all'approvazione del Direttore dei lavori.

Gli elaborati devono descrivere compiutamente tutti i componenti, i manufatti, le lavorazioni, le predisposizioni e le modalità di posa in opera delle varie tipologie di opere strutturali e di finitura (calcestruzzo, acciaio, vetro, impermeabilizzazione, facciate, serramenti, pavimentazioni ecc.)

In linea generale, fatto salvo specifici elaborati previsti dai documenti contrattuali, il progetto costruttivo deve comprendere:

- il dimensionamento di dettaglio di tutti i componenti strutturali di progetto;
- calcoli e dettagli degli elementi strutturali e di finitura che dimostrino la conformità delle opere da realizzare con i carichi accidentali (statici e dinamici) dovuti ad elementi ed impianti secondo le indicazioni riportate nel progetto;
- eventuali integrazioni del progetto esecutivo coerenti con il progetto strutturale, architettonico ed impiantistico necessarie per la cantierizzazione del progetto;
- disegni costruttivi quotati completi di ingombri e pesi negli assetti di trasporto e di servizio, caratteristiche geometriche, sigle di identificazione, viste particolari se necessari ai fini dell'installazione;

Le piante, le sezioni e i particolari costruttivi devono essere rappresentati in scala adeguata.

Gli elaborati devono essere prodotti in tre copie su supporto cartaceo e magnetico, (file con estensione DWG o DXF) secondo le disposizioni e le codifiche impartite dalla D.L. o dai documenti contrattuali.

4.1.2 Piano della qualità

L'Appaltatore ha l'onere di redigere il Piano di qualità di costruzione e di installazione, da sottoporre alla approvazione della direzione dei lavori. Il documento pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. Il piano inoltre definisce i criteri di valutazione dei fornitori, dei materiali, dei cicli di verniciatura ed i criteri di valutazione e risoluzione delle non conformità.

4.1.3 Piano dei controlli

L'Appaltatore ha l'onere di redigere il Piano per i Controlli di Cantiere che dovranno essere effettuati nel corso delle varie fasi dei lavori al fine di una corretta realizzazione dell'opera e delle sue parti. In particolare, il piano dei controlli di cantiere definisce il programma delle verifiche, delle prove e dei collaudi necessari a garantire il monitoraggio del livello prestazionale dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi.

4.1.4 Elaborati as-built

Al termine dei lavori l'Appaltatore è tenuto alla redazione degli elaborati di fine cantiere, elaborati as-built, nei quali devono essere dettagliatamente descritte tutte le modifiche apportate al progetto esecutivo/costruttivo e le diverse soluzioni esecutive che si siano rese necessarie durante l'esecuzione dei lavori.

Le piante, le sezioni e i particolari costruttivi devono essere rappresentati in scala adeguata.

Gli elaborati devono essere prodotti in tre copie su supporto cartaceo e magnetico, (file con estensione DWG o DXF) secondo le disposizioni e le codifiche impartite dalla D.L. o dai documenti contrattuali.

4.2 CAMPIONATURE E MOCK UP

4.2.1 Campionature dei materiali e dei manufatti

Le campionature hanno lo scopo di testare e definire gli standard tecnici, qualitativi ed estetici dell'opera e di costituire elemento di paragone al quale, le forniture e le lavorazioni dovranno corrispondere in ogni caratteristica e prestazione.

In fase progettuale, le campionature devono essere finalizzate alla messa a punto e verifica della qualità e della correttezza delle soluzioni e delle tecniche costruttive proposte.

Nei termini previsti dal Cronoprogramma dei lavori, l'Appaltatore deve consegnare alla D.L. le campionature dei materiali e dei prodotti di cui è previsto l'impiego.

Salvo ulteriori prescrizioni, l'Appaltatore è tenuto alla presentazione delle seguenti campionature:

- campionatura di tutti i materiali e di tutti i prodotti impiegati nella realizzazione dell'opera;
- campionatura dei manufatti di ogni natura, impiegati nella realizzazione dell'opera;
- campionature in opera o fuori opera di tutte le finiture e di tutte le lavorazioni comprese nelle opere in appalto;

Le campionature, accompagnate da documentazione tecnica, manuali di posa, di manutenzione e pulizia, sono consegnate in duplice copia dall'Appaltatore al Committente e alla D.L., o ai loro incaricati.

Una serie delle campionature approvate dalla D.L., sarà conservata dall'Appaltatore, l'altra dal Committente.

Se le campionature presentate non saranno ritenute soddisfacenti, l'Appaltatore dovrà produrre, a sua totale cura e spesa, altre campionature fino al raggiungimento degli standard richiesti.

L'approvazione delle campionature non solleva l'Appaltatore dalle proprie responsabilità, il collaudo finale è subordinato al raggiungimento dei requisiti di progetto e alla completa e funzionale realizzazione dell'opera.

L'Appaltatore deve garantire la costanza delle caratteristiche qualitative, tecniche ed estetiche di tutte le forniture.

Quanto sopra esposto non è da ritenere in nessun tempo esaustivo. La D.L. avrà la facoltà di richiedere tutte le campionature che riterrà opportune per la corretta definizione degli standard tecnici e qualitativi, senza che per questo, l'Appaltatore possa richiedere oneri aggiuntivi.

4.2.2 Mock up

L'Appaltatore dovrà produrre i seguenti mock up concordando preventivamente con il Committente le reali dimensioni delle porzioni da realizzare. In tal senso l'impresa dovrà sottoporre per approvazione alla committenza anche tutti i disegni esecutivi e costruttivi, sia generali che di dettaglio, prima di procedere alla cantierizzazione degli stessi.

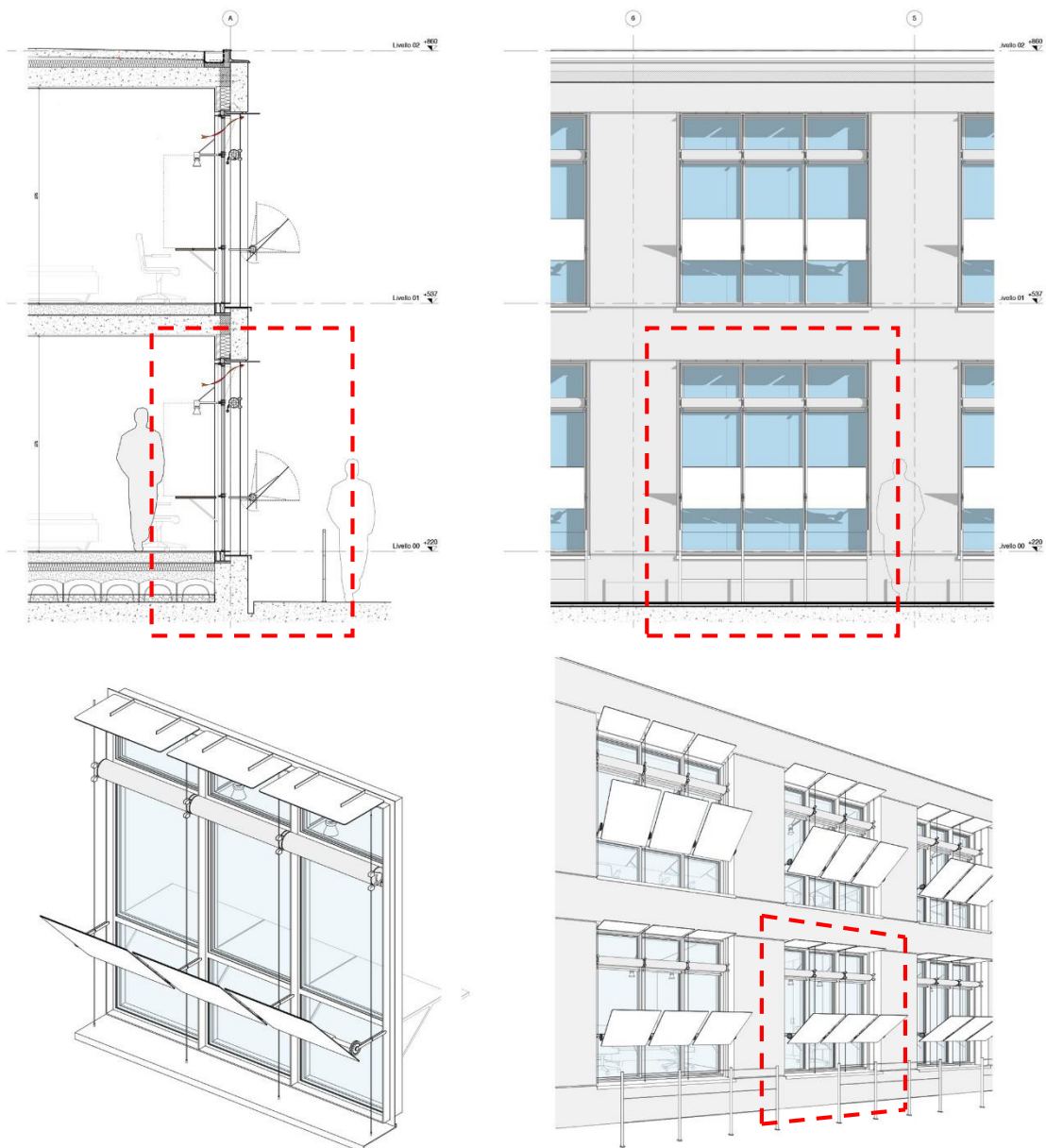
Ogni materiale o elemento tecnico-costruttivo riguardante l'involucro edilizio (vetrazioni sia verticali che orizzontali, tamponamenti, montanti, pannelli solari, ecc.), le finiture interne (pavimentazioni, zoccolini, controsoffitti, pareti attrezzate, ecc.), ed ogni altro elemento tecnico significativo (scale, passerelle, balaustre, ecc..) dovrà essere oggetto di specifica campionatura ed approvazione da parte della committenza.

L'obiettivo del mock up sarà quello di studiare e sperimentare le soluzioni finali delle facciate e delle finiture interne dell'edificio, sia dal punto delle prestazioni che dal punto di vista estetico. I mock up potranno pertanto essere oggetto di modifiche e revisioni, anche sostanziali, sino ad approvazione della committenza sulla soluzione finale da adottare.

4.2.2.1 Facciata Nord corpo basso

Il mock up in oggetto consiste nella realizzazione di un intero modulo di facciata del corpo basso sviluppato su di un solo piano. La porzione da costruirsi, illustrata nello schema sotto riportato, dovrà prevedere la realizzazione dei seguenti elementi tecnici/costruttivi:

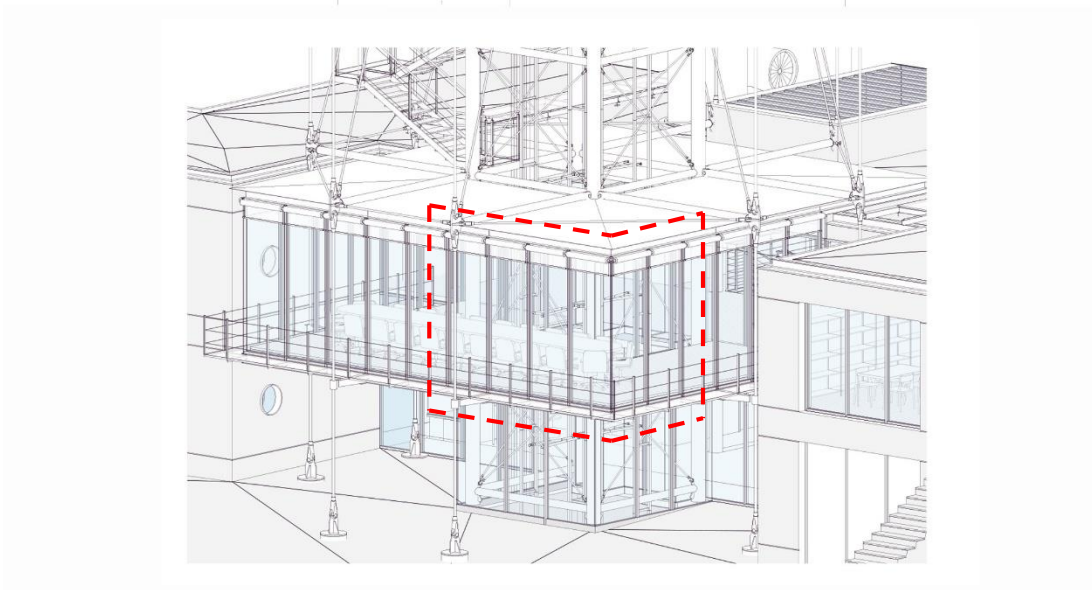
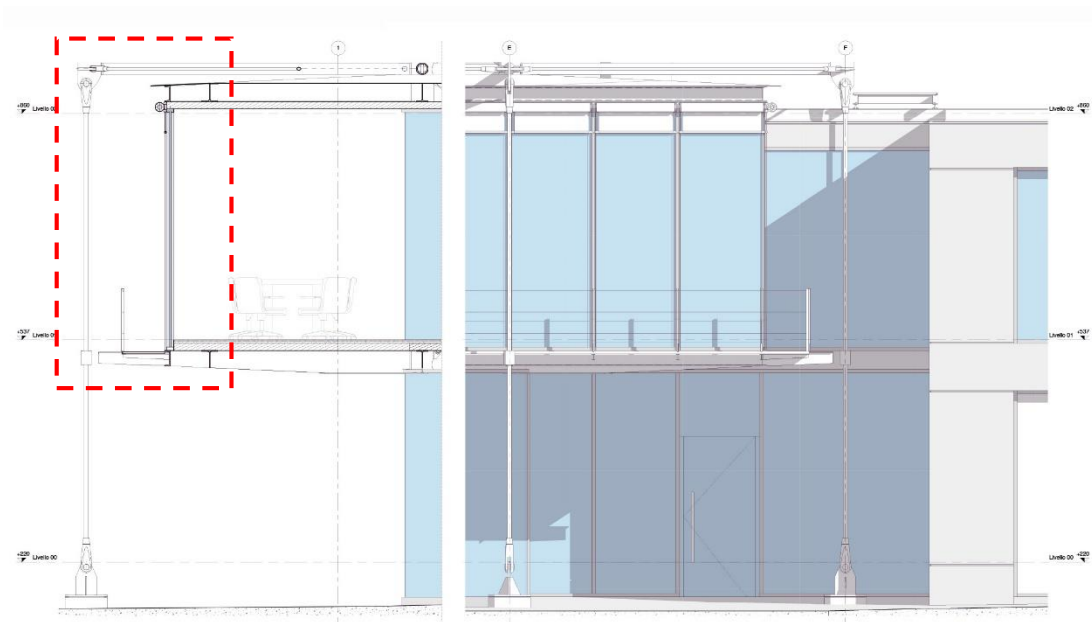
- Facciata in c.a. facciavista con elementi marcapiano e giunti verticali;
- Serramento in doppio vetro extrachiaro, con specchiature apribili e fisse, realizzato su telaio in acciaio con profili a disegno a loro volta da campionare per modello e finitura;
- Elementi accessori al serramento come indicato negli elaborati grafici tra i quali, a titolo informativo e non esaustivo, le tende oscuranti e filtranti interne ed esterne, le mampare con relativo sistema integrato di movimentazione, i corpi illuminanti ed i tavolini di completamento interni alla camera connessi ai nodi del serramento.



4.2.2.2 Facciata Ovest corpo basso

Il mock up in oggetto consiste nella realizzazione di un intero modulo di facciata angolare del volume aggettante della sala riunioni del livello primo. La porzione da costruirsi, illustrata nello schema sotto riportato, dovrà prevedere la realizzazione dei seguenti elementi tecnici/costruttivi:

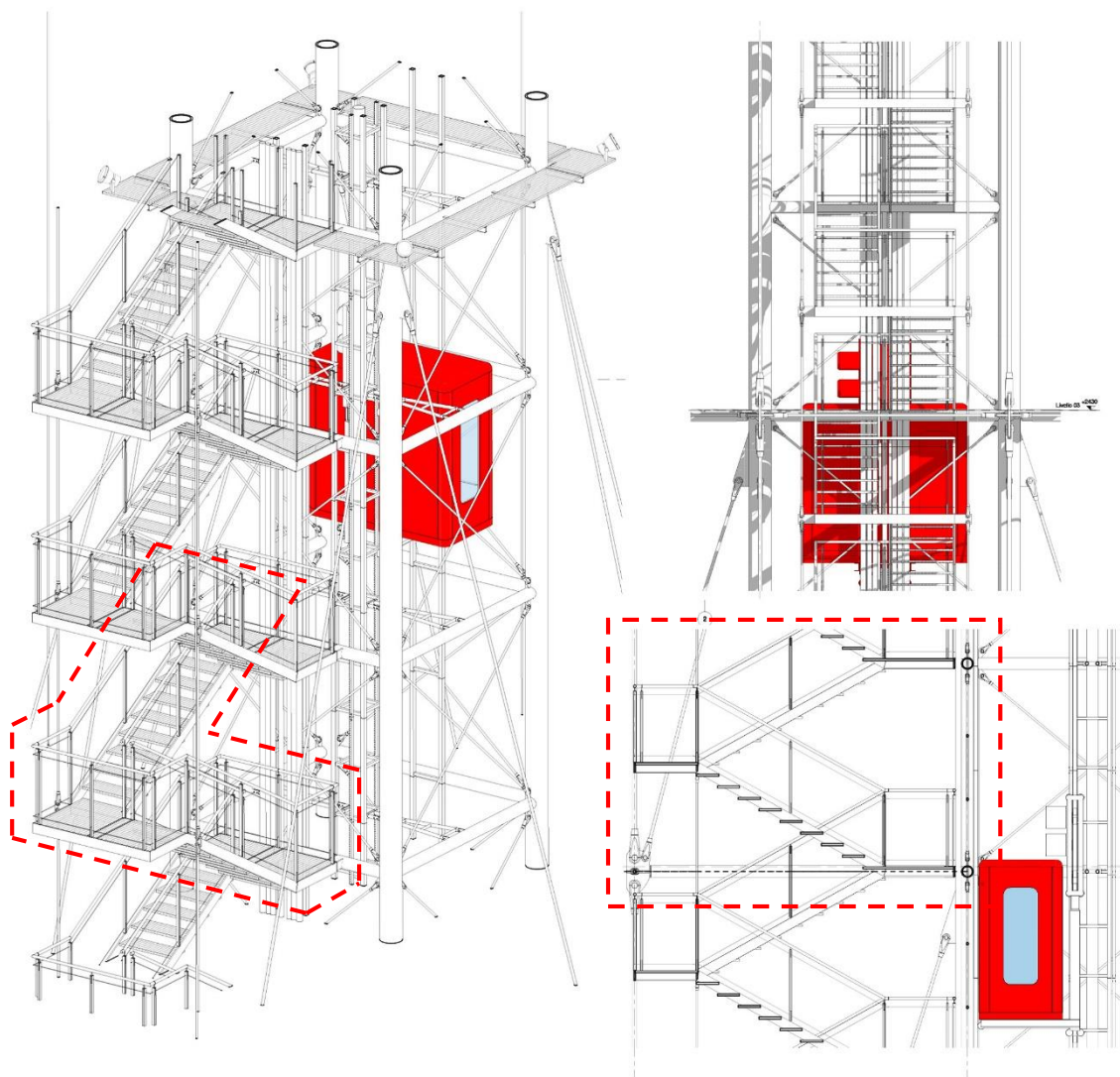
- facciata modulare in profili e montanti metallici a disegno, a loro volta da campionare per modello e finitura, con specchiature in doppio vetro extrachiario apribili e fisse;
- La passerella esterna in grigliato con parapetto a disegno ed eventuali relative interconnessioni alle strutture contigue della torre;
- Elementi accessori alla facciata come indicato negli elaborati grafici tra i quali, a titolo informativo e non esaustivo, le tende oscuranti e filtranti interne ed esterne, i corpi illuminanti, la pannellatura metallica a soffitto della porzione aggettante in esterno;
- Porzione di controsoffitto e pavimentazione sopraelevata interni (modulari a disegno), con le relative soluzioni di continuità in corrispondenza della facciata, eventuali gole e bordi di completamento, plenum, grate di aereazione a pavimento e corpi illuminanti interni.



4.2.2.3 Struttura scala e ascensore torre

Il mock up in oggetto consiste nella realizzazione della scala principale della torre per un suo sviluppo in altezza di almeno una rampa. La porzione da costruirsi, illustrata nello schema sotto riportato, dovrà prevedere la realizzazione dei seguenti elementi tecnici/costruttivi:

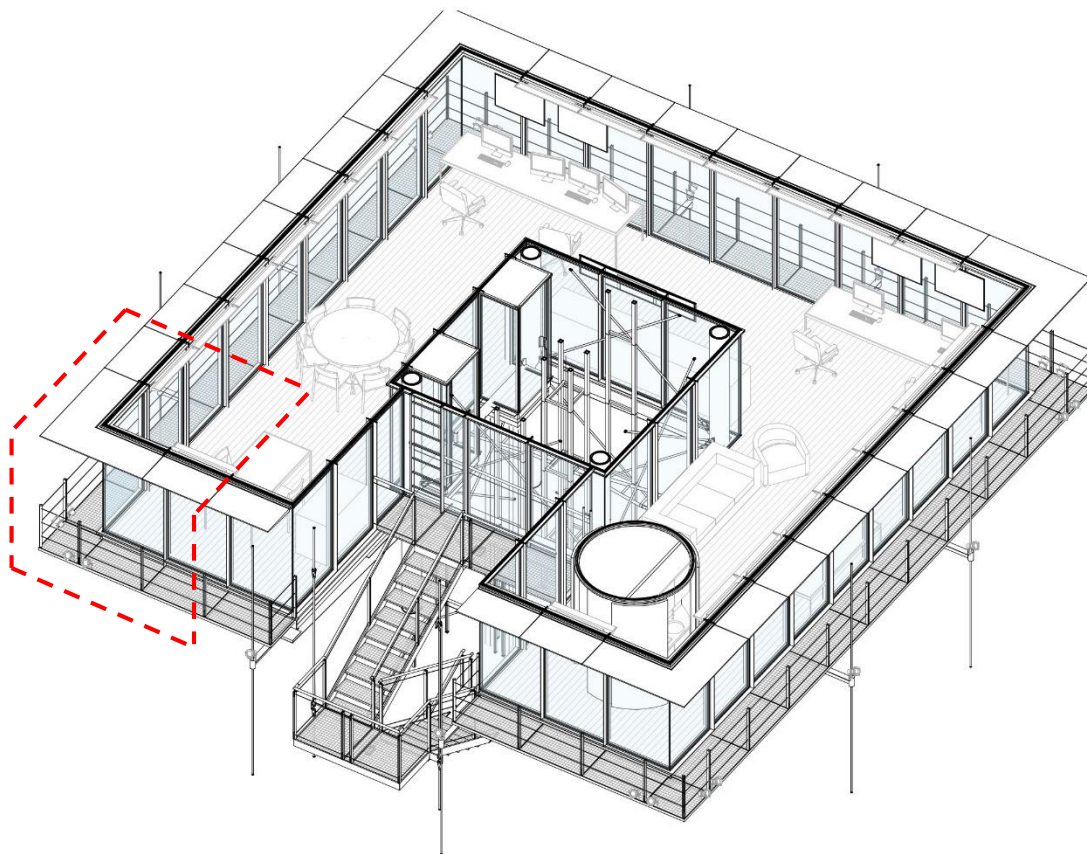
- Struttura completa della scala di sicurezza come dai disegni di dettaglio strutturale comprendente la balaustre a disegno a loro volta da campionare, i gradini il lamiera forata ed parapetti in trefoli tesi o reti metalliche come concordato con la Direzione Artistica;
- Verniciatura e campionatura del trattamento protettivo e finale della struttura, realizzato secondo le indicazioni che saranno fornite e concordate dalla Direzione Artistica;
- Installazione dei corpi illuminanti di sicurezza.



4.2.2.4 Facciata e copertura sala operativa

Il mock up in oggetto consiste nella realizzazione di un intero modulo di facciata angolare della sala operativa. La porzione da costruirsi, illustrata nello schema sotto riportato, dovrà prevedere la realizzazione dei seguenti elementi tecnici/costruttivi:

- Facciata modulare in profili e montanti metallici a disegno, a loro volta da campionare per modello e finitura, con specchiature in triplo vetro extrachiaro apribili e fisse;
- Elementi accessori alla facciata come indicato negli elaborati grafici tra i quali, a titolo informativo e non esaustivo, la schermatura metallica orizzontale ed i corpi illuminanti esterni;
- La passerella esterna in grigliato con parapetto a disegno ed eventuali relative interconnessioni alle strutture contigue alla torre;
- Porzione di controsoffitto e pavimentazione sopraelevata interni (modulari a disegno), con le relative soluzioni di continuità in corrispondenza della facciata, eventuali gole e bordi di completamento, plenum e grate di aereazione a pavimento e corpi illuminanti interni.
- Sbarco della scala di sicurezza al livello della sala operativa, come dai disegni di dettaglio strutturale, comprendente la balaustre a disegno, i gradini il lamiera forata ed parapetti in trefoli tesi o reti metalliche come concordato con la Direzione Artistica;



4.3 VERIFICHE, PROVE E COLLAUDI

4.3.1 Verifiche e rilievi propedeutici alle lavorazioni e forniture

Prima dell'inizio delle lavorazioni o della posa in opera di materiali e manufatti, sarà cura dell'Appaltatore verificare che le condizioni ambientali del cantiere non comportino rischi di compromissione delle opere o rischi di degrado dei materiali, dei manufatti e delle finiture. L'Appaltatore deve, inoltre:

- effettuare verifiche dimensionali e rilievi di dettaglio;
- verificare la presenza di eventuali fuori piombo e/o squadra;
- verificare la conformità delle predisposizioni di vincolo e dei piani di appoggio con particolare attenzione alla capacità di carico dei cassoni esistenti ;
- verificare la conformità dei piani e dei supporti di posa sui quali devono essere eseguite le opere in affidamento;
- verificare la corrispondenza delle opere e delle predisposizioni eseguite agli elaborati costruttivi approvati dalla D.L.

Tale ispezione deve essere eseguita tempestivamente affinché gli eventuali lavori di ripristino possano essere realizzati in tempo utile al rispetto del programma lavori. Le risultanze di ogni verifica devono essere verbalizzate e presentate alla D.L. Restano comunque a carico dell'Appaltatore le maggiorazioni degli oneri per compensare eventuali carenze o difformità delle opere eseguite alle prescrizioni progettuali, normative e di buona tecnica.

4.3.2 Accertamenti preventivi

Il Direttore dei Lavori, presa visione delle attestazioni di conformità e di prestazione dei prodotti e dei materiali presentati dall'Appaltatore, può disporre a suo insindacabile giudizio ulteriori prove di controllo e di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se l'esito delle prove dovesse mettere in evidenza delle difformità fra le caratteristiche dei materiali e dei prodotti testati e quelle richieste dai documenti di contratto, le forniture non saranno accettate e l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre idonee all'impiego.

4.3.3 Prove e controlli in fase esecutiva

In relazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche di accettazione dei materiali, l'Appaltatore è obbligato ad effettuare, a sue spese e in ogni tempo, le prove sui materiali posti in opera disposte dalla D.L.

Il prelievo e l'invio dei campioni ad organismi notificati, sono a carico dell'Appaltatore. I risultati ottenuti in tali Laboratori sono i soli riconosciuti validi da entrambe le parti. Per qualsiasi controversia, e a tutti gli effetti delle normative vigenti, si farà esclusivo riferimento a detti risultati.

I campioni sono prelevati in contraddittorio. La D.L. provvede al prelievo del campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale. La D.L. può ordinare la conservazione dei campioni, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità. La corretta conservazione dei campioni è a cura ed onere dell'Appaltatore.

4.3.4 Collaudo

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte a Collaudo in corso d'opera per tutte le lavorazioni non più ispezionabili, e al Collaudo provvisorio e Ufficiale, eseguiti secondo le normative vigenti, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

Al fine del collaudo sono richieste le certificazioni di qualità dei materiali o componenti impiegati che hanno incidenza sul costo complessivo dei lavori non inferiore al cinque per cento.

4.3.4.1 Collaudo in corso d'opera

Il collaudatore effettuerà visite in corso d'opera con le cadenze necessarie ad accertare la conformità delle opere eseguite e il avanzamento dei lavori rispetto al programma dei lavori.

Il collaudo statico, sarà di norma eseguito in corso d'opera quando vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione.

Le prove e i collaudi in corso d'opera sono specificati nei capitoli delle lavorazioni, le modalità di esecuzione sono

stabilite a discrezione della D.L. in accordo con il Collaudatore. Tutte le prove e i collaudi sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

4.3.5 Prove di caratterizzazione dinamica

Il test di caratterizzazione dinamica della Torre sarà effettuato con l'obiettivo di valutare il comportamento dinamico reale della struttura della torre per verificarne la rispondenza con il modello numerico di progetto.

Le prove di caratterizzazione dinamica dovranno valutare il comportamento della struttura sottoposta ad eccitazioni in termini di:

- accelerazioni;
- velocità o spostamenti;
- frequenze proprie;
- forme dei modi di vibrare.

Il test dovrà essere condotto in conformità alle norme:

- UNI ISO 5348:2007 - Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri;
- UNI 9916:2014 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- UNI 9614:1990 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.

I dati da acquisire faranno riferimento alle vibrazioni ambientali di fondo (rumore bianco), per una durata a discrezione della D.L.

4.3.5.1 Collaudo statico

Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolamentate dalle norme tecniche per le costruzioni, comprende:

- controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti.

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

Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali.

L'esame dei certificati delle prove sui materiali, consiste:

- nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11 delle norme tecniche;
- nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11 ;
- Controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori.

Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:

- esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle norme tecniche;
- esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori, ove richiesta;

Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare:

- prove di carico;
- prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi;
- monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

Il collaudo sarà effettuato sulla base della certificazione di qualità dei materiali o componenti impiegati che hanno incidenza sul costo complessivo dei lavori non inferiore al cinque per cento.

4.3.5.2 Collaudo definitivo

Sarà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni fatte in sede di collaudo provvisorio e che nel periodo di tempo trascorso non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale.

5 DEMOLIZIONI

Si definiscono le prescrizioni tecniche per l'esecuzione delle opere di demolizione della soletta in calcestruzzo della banchina in corrispondenza dell'area di sedime dell'edificio e dove necessario per porre in opera sottoservizi, reti impianti, serbatoio interrato e depuratore.

Le opere di demolizione sono comprensive degli oneri di carico, trasporto, scarico e smaltimento in discarica autorizzata di qualsiasi materiale proveniente dalle demolizioni, secondo la normativa vigente.

5.1 DEFINIZIONE DEI LAVORI

Le opere in appalto comprendono l'esecuzione di:

- Demolizione della soletta di banchina mediante taglio;
- Demolizione sottostrutture banchina per formazione serbatoio e vasca di depurazione;
- Rimozione e smaltimento dei materiali di risulta.

L'Appaltatore dovrà redigere un apposito documento progettuale, Piano delle demolizioni, corredato da disegni esplicativi della sequenza delle fasi operative: demolizioni, traffico di cantiere ecc.,

Le modalità di selezione, conferimento e smaltimento dei materiali di risulta dovranno essere conformi al D.lgs. n.152/06 e al Piano di gestione dei rifiuti della Regione Liguria adottato con delibera della Giunta n.1801 del 27 dicembre 2013.

5.2 PRESCRIZIONI GENERALI

L'Appaltatore non potrà dare inizio ai lavori di demolizione e rimozione prima che il Piano delle Demolizioni, redatto a sua cura e spesa, sia stato approvato dalla D.L.

La D.L. ha inoltre la facoltà di ordinare la rimozione preventiva e l'accatastamento in cantiere di elementi accessori o strutturali compresi nelle strutture da demolire.

Le demolizioni devono essere limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite dalla D.L. Qualora venissero danneggiate altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti danneggiate o indebitamente demolite devono essere ricostruite a spese dell'Appaltatore.

Al termine di lavori l'area dovrà essere riconsegnata completamente sgombra da ogni materiale di risulta, attrezzatura e presidio.

5.3 PIANO DELLE DEMOLIZIONI

Il Piano particolareggiato delle Demolizioni sarà predisposto dall'Appaltatore in base alle proprie specifiche valutazioni, alle procedure organizzative che intende adottare nella gestione del cantiere e in conformità alle misure di sicurezza sul lavoro di cui al D.Lgs 81/08 e alle indicazioni e prescrizioni del PSC.

Il Piano delle Demolizioni dovrà dare compiuta descrizione dell'ordine e delle metodologie di demolizione.

Il Piano dovrà contenere le seguenti indicazioni:

- Definizione dei punti di accesso al cantiere e delle procedure per la viabilità di cantiere;
- Sistemi e criteri di segnalazione dell'area interessata dalle operazioni;
- Procedure per il controllo e/o la gestione dei rischi provenienti dalle interferenze con traffico veicolare (modalità di accesso da e per il cantiere);
- Specifiche istruzioni per i conducenti sul corretto uso delle macchine nel cantiere;
- Modalità di effettuazione delle manovre pericolose con i mezzi di cantiere e individuazione delle relative zone di sosta;
- Procedure adottate durante la movimentazione dei mezzi e dei materiali;
- Individuazione e segnalazione delle aree a rischio (per caduta di gravi dall'alto, investimento da mezzi circolanti, ecc.) e procedure adottate per impedirne l'accesso;
- Definizione delle vie di transito pedonali in cantiere.

- Criteri e procedure per la delimitazione e segnalazione delle zone interessate dai lavori, con particolare riferimento alle modalità per evitare l'ingresso e lo stazionamento di persone estranee alle attività da realizzare;
- Modalità operative per la realizzazione di protezioni dei luoghi di passaggio, di stazionamento e di carico che potrebbero essere interessati, nel corso della demolizione, da caduta di materiale;
- Individuazione delle zone di circolazione e di stazionamento dei mezzi di cantiere interessati dalle demolizioni;
- Individuazione delle zone dove effettuare gli stoccaggi temporanei di materiale all'interno del cantiere
- Criteri e procedure per l'individuazione di eventuali sottoservizi presenti nella struttura, dei punti di alimentazione e modalità operative per il sezionamento e/o messa in sicurezza degli stessi;
- Procedure operative per il controllo di conformità normativa delle macchine utilizzate e sul loro corretto utilizzo e manutenzione.
- Procedure operative per gli addetti alle operazioni di demolizione, con particolare riferimento alle misure da mettere in atto per evitare la dispersioni di polvere e il superamenti dei limiti di rumorosità;

5.4 MODALITA' DI ESECUZIONE

5.4.1 Operazioni preliminari

Prima di iniziare le demolizioni, l'Impresa deve svolgere le seguenti attività:

- verificare le possibili interferenze delle operazioni di demolizione con linee elettriche o con altri impianti ed in caso positivo adottare tutte le misure necessarie ad eliminare il rischio di disattivazione dei servizi;
- individuare il preposto al quale devono essere comunicati per iscritto i compiti affidatigli in questa operazione complessa, legata a molteplici rischi di esposizione dei lavoratori
- organizzare gli spazi del cantiere allestendo le aree destinate al posizionamento dell'autogru, allo stoccaggio del materiale proveniente dalle demolizioni e al carico delle macerie sui mezzi di trasporto;
- interdire con idonei sbarramenti la zona interessata dalla demolizione alle persone non addette, alle quali deve essere fatto divieto di avvicinamento, sosta e transito;
- rimuovere e smaltire i manufatti e i materiali non compatibili allo smaltimento in discarica di macerie da demolizione, ecc.;

Nel caso le attività di demolizione o di movimentazione dei mezzi e delle macerie, comportino interferenze con aree esterne al cantiere l'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori ed in tempo utile per non pregiudicare le tempistiche di programma, dovrà richiedere le autorizzazioni di legge alle autorità competenti.

5.4.2 Demolizioni con mezzi meccanici

Le demolizioni dovranno essere condotte secondo quanto previsto da Piano delle Demolizioni approvato in sede di progetto o dalla D.L. in sede di cantiere. Il piano dovrà definire:

- Tipologia e caratteristiche tecniche delle macchine da utilizzare nella demolizione e dei loro accessori con indicata la loro compatibilità con l'ambiente in cui devono operare (peso e dimensioni) e gli spazi disponibili;
- Tipologia e caratteristiche tecniche delle reti di cantiere per l'alimentazione delle attrezzature e per il convogliamento, la raccolta e lo smaltimento dell'acqua di raffreddamento;
- Tipologia e caratteristiche dei recuperatori d'acqua da installare sugli utensili diamantati e di eventuali sistemi di filtraggio e separazione dei fanghi atti a contenere il consumo di risorse idriche;
- Procedure operative relative all'ancoraggio delle parti sezionate, al carico sui mezzi di trasporto o eventuale accatastamento in cantiere e al successivo trasporto in discarica;

6 OPERE DI FONDAZIONE PROFONDA

Si definiscono le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per l'esecuzione di pali ad elica continua per la realizzazione di opere di fondazione profonda. Sono comprese nella lavorazione la scapitozzatura dei pali, ed ogni altro onere per dare l'opera eseguita a regola d'arte.

6.1 DEFINIZIONI DEI LAVORI

Le opere in appalto comprendono l'esecuzione di:

- tracciamenti;
- pali trivellati, diametro \varnothing 1.20 m, lunghezza 30 m;
- pali trivellati, diametro \varnothing 0.7 m, lunghezza 30 m;
- pali trivellati, diametro \varnothing 0.6 m, lunghezza 30 m;
- posa in opera sonda geotermiche in fase di esecuzione pali;
- prove e controlli in fase di esecuzione;
- scapitozzatura e preparazione ferri di ripresa per getto soletta di fondazione e ancoraggio colonne tubolari in acciaio torre;
- prove di carico.

La disposizione planimetrica, il calcestruzzo e le armature dovranno essere conformi agli elaborati di costruttivi di progetto e approvati dalla D.L.

6.2 PRESCRIZIONI GENERALI

I pali ad elica continua saranno eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura, riempimenti e tout-venant), anche in presenza di acqua. Si evidenzia in particolare la presenza di uno strato di calcare d'Antola frantumato e uno strato di calcare d'Antola compatto.

La perforazione sarà eseguita mediante infissione di un'elica continua assemblata ad un tubo centrale cavo. Terminata la fase di scavo, con ridotta o nulla asportazione di terreno, l'elica sarà estratta contestualmente al getto del calcestruzzo pompato dall'interno dell'elica stessa. Le gabbie di armatura saranno inserite nel calcestruzzo fresco per tutta la lunghezza dei pali, 30 m.

Le attrezzature devono essere dotate di strumentazione in grado di monitorare in tempo reale e di registrare i parametri esecutivi del palo, tutti i parametri, al fine di garantire un adeguato controllo qualità. La strumentazione deve essere collegata ad un PC per la restituzione dati.

L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate scariche dei detriti; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

La scelte delle attrezzature di scavo ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicata dall'Appaltatore alla D.L.

Se richiesto dalla D.L., in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e modalità sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

6.2.1 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

La tecnica di perforazione deve essere adatta alla natura del terreno attraversato.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, dovranno quindi essere minimizzati:

- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio

della costruzione dei pali di progetto.

6.2.2 Pali pilota e prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un palo di prova (palo pilota).

Il palo di prova dovrà essere realizzato in area limitrofa a quella dei pali di progetto, e comunque rappresentativa dal punto di vista geotecnico e idrogeologico, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

Il palo di prova dovrà essere eseguito, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi in fase di esecuzione delle opere.

Le prove di progetto sui pali pilota devono essere condotte in conformità al punto 6.4.3.7.1 del D.M. 14/01/2008.

L'Impresa, a sua cura e spese secondo le indicazioni della Direzione Lavori ha l'onere di eseguire le seguenti prove preliminari:

- prove di carico eseguite come dalla Normativa vigente, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi;
- prove di controllo non distruttive ed ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità della modalità esecutiva, sempre secondo quanto previsto dalla Normativa vigente.

Qualora nel corso dei lavori l'Impresa proponga di variare la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata dalla D.L., tutte le fasi di esecuzione dei pali pilota, verifica e controllo preliminari devono nuovamente condotte come sopra descritto a cura e spesa dell'Impresa stessa.

Di ogni prova e controllo eseguito, l'Appaltatore ha l'onere di presentare documentazione scritta alla D.L. al fine di ottenere l'approvazione delle modalità operative da adottare e l'autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori.

Le opere realizzate senza la preventiva autorizzazione della D.L. non saranno accettate.

Il costo delle prove è a carico dell'Impresa.

6.2.3 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa, prima di dare avvio alle lavorazioni deve accertare con cura che l'area interessata dai lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, in caso di interferenza, possano arrecare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

6.3 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli inerti di cui al punto precedente.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10

pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere riconosciuto l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo profilo di getto).

6.4 PROVE E CONTROLLI

6.4.1 Controlli in fase di perforazione

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

6.4.2 Controlli sul cls

L'impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione dei seguenti controlli sul calcestruzzo:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori:
- una prova con il cono Abrams per ogni 10 mc di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

6.4.3 Prove di carico in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto; le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 6.4.3.7.2 (prove di verifica in corso d'opera) del D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni. Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero 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.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno 28 giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120 gradi attorno al palo, interposti tra la testa del palo e una struttura portamicrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabilite dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

6.5 TOLLERANZE GEOMETRICHE

La posizione e le dimensioni geometriche dei pali devono rispettare rigorosamente le prescrizioni di progetto.

Salvo più rigorose limitazioni in progetto sono ammesse le seguenti tolleranze:

- coordinate planimetriche del centro: 2 cm;
- verticalità: 2%;
- lunghezza: ± 5 cm;
- diametro finito: $\pm 2\%$;
- quota testa di palo: ± 5 cm.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $- 0,01 \times D$ " e " $0,1 \times D$ ";
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $- 0,01 \times D$ " e " $0,1 \times D$ ".

Nel caso la posizione e/o le dimensioni delle opere eseguite non siano conformi agli elaborati di progetto e alle tolleranze stabilite, l'Impresa è tenuta ad eseguire, a suo esclusivo onere e spesa, tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari disposte a insindacabile giudizio della Direzione Lavori per ovviare all'errata esecuzione dei lavori, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

6.6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le Norme vigenti relative alle caratteristiche e ai requisiti dei calcestruzzi devono essere integralmente applicate. Si riportano di seguito prescrizioni integrative che l'Impresa è tenuta a rispettare rigorosamente.

6.6.1 Calcestruzzo per pali

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo norma UNI-EN 206-1, UNI 11104-2004 e D.M. 14/01/2008:

- Classe di esposizione XC3
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Rapporto massimo a/c per durabilità $\leq 0,45$
- Minimo contenuto di cemento 360 kg/mc
- Dimensione massima dell'inerte $D_{max} = 20$ mm

I pali dovranno essere formati con conglomerato cementizio, ghiaia e sabbia pulitissime e acqua pulita priva si

sostanze organiche limose o argillose. Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno garantire il rispetto dei seguenti requisiti, secondo quanto prescritto dagli elaborati di progetto:

- Classe di resistenza del calcestruzzo: resistenza caratteristica secondo UNI EN 206-1 e UNI EN 197-1;
- Classe di esposizione (UNI EN 206-1 e UNI 11104): il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno;
- Classe di abbassamento al cono: la classe di slump deve garantire la lavorabilità in fase di getto;
- Dimensione massima dell'inerte: la dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,0 = i$ min. dove i min è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.
- Rapporto massimo a/c per durabilità: valore del rapporto acqua/cemento non dovrà di norma superare il limite di 0.6, umidità degli inerti compresa.

Si impiegheranno almeno tre classi di inerti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una granulometria che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 45 Mpa.

Agli impasti potrà essere aggiunto un opportuno additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto. L'Appaltatore pertanto dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Ogni qualvolta si debba procedere al getto del conglomerato in presenza di acqua, il dosaggio di cemento dovrà essere corretto adeguatamente al fine di mantenere il valore di a/c finale entro i limiti indicati.

6.6.2 Armature metalliche

L'armatura metallica sarà costituita da barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo, secondo D.M. 14.01.08, classe di duttilità C secondo Eurocodice 2, appendice C.1.

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450$ MPa
- Tensione caratteristica di rottura e rapporti tra le tensioni $f_{tk} \geq 540$ MPa
 $1.13 \leq (f_t / f_y)_k \leq 1.35$
 $(f_y / f_{y,nom})_k \leq 1.25$
- Allungamento percentuale caratteristico $(A_{gt})_k$: $\geq 7,0$ %

Lo spesso del copriferro non deve mai essere inferiore a 80 mm.

Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro inferiore a quello nominale. Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con inerti inferiori a 20 mm, a 10 cm con inerti di classe superiore. Le armature trasversali dei pali saranno costituite da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali e da anelli di irrigidimento interni ai ferri longitudinali. I collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Se necessario è ammesso l'assemblaggio in sezioni e la loro giunzione che dovrà essere realizzata con sovrapposizione delle barre non inferiore a 40 diametri e mediante l'impiego di un adeguato numero di morsetti metallici o saldature. Ove richiesto, per assicurare un corretto copriferro e per centrare l'armatura nel foro dovranno essere applicati alla gabbia appropriati distanziatori. Ad l'assemblaggio completato la gabbia deve essere etichettata.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura.

Le gabbie d'acciaio, assemblate orizzontalmente sul terreno o su appositi cavalletti, prima della posa in opera devono essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine. Nel caso di gabbie pesanti l'inserimento nel preforo gettato avverrà sfruttando il peso proprio dell'armatura, nel caso di gabbie "leggere" dovrà essere utilizzato un vibratore.

6.7 MODALITA' DI ESECUZIONE

Le fasi di esecutive dei pali ad elica continua sono:

- Tracciamento
- Piazzamento;
- Perforazione;
- Getto di calcestruzzo ed estrazione dell'elica;
- Inserimento della gabbia di armatura.
- Controlli in fase di esecuzione e getto.

6.7.1 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

6.7.2 Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature devono in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo devono consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

Le attrezzature devono essere dotate di una strumentazione in grado di registrare e monitorare i parametri esecutivi del palo stesso.

6.7.2.1 Perforazione

I pali saranno realizzati con l'impiego di tecnologia ad elica continua tipo Trelicon. L'esecuzione di questa tipologia di palo, ammessa in terreni coesivi ed incoerenti, anche in presenza di falda o di banchi di rocce tenere (tufi, argille marnose, calcareniti), ghiaie e ciottoli, consente di:

- eliminare vibrazioni e disturbi alle strutture esistenti (cassoni);
- ridurre le emissioni acustiche;
- evitare la decompressione del terreno;
- ridurre la quantità di materiale da smaltire.

Le fasi esecutive prevedono lo scavo del palo tramite infissione di un'elica continua assemblata su un tubo centrale cavo.

L'attrezzatura deve essere movimentata centrando la punta dell'elica nella posizione teorica del palo indicata sul piano di lavoro tramite un picchetto. La verticalità sarà controllata con livelli a bolla oppure con fili a piombo localizzati su due assi reciprocamente perpendicolari.

La perforazione consiste nel fare penetrare l'elica nel terreno mediante una tavola Rotary che opera con coppia torcente e sforzo assiale idonei a vincere la resistenza del terreno. L'utensile, avanzando, sposta lateralmente il terreno provocando un effetto di addensamento e costipazione del terreno nell'intorno del palo stesso.

Al termine delle fasi di scavo l'estrazione dell'elica avviene in contemporanea al getto del calcestruzzo pompato

dall'interno dell'elica stessa.

6.7.2.2 Getto del calcestruzzo ed estrazione dell'elica

Al termine delle fasi di scavo il calcestruzzo è posto in opera in pressione (1-3 bar) dall'interno dell'elica utilizzando una pompa assicurando la continuità di getto, in termini di pressione e volumi.

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Il getto potrà essere realizzato solo se sarà assicurata la fornitura del calcestruzzo preconfezionato necessario al completamento dell'intero getto.

Il getto del calcestruzzo (in alternativa può essere utilizzata una malta o una miscela plastica) avviene attraverso l'asta cava centrale utilizzando una pompa per calcestruzzo tipo Putzmeister o MECBO da 60 - 80 mc/ora.

Il collegamento della pompa alla batteria di perforazione si esegue mediante una manichetta flessibile di diametro pari a 4" - 5" collegata ad un canotto girevole (testina di adduzione) sulla tavola rotary.

In fase iniziale, al fine di lubrificare la superficie interna dei tubi, è necessario pompare attraverso i medesimi una quantità appropriata di miscela cementizia avente un rapporto acqua/cemento 0,5.

Raggiunta la profondità richiesta il calcestruzzo viene pompato all'interno della batteria ad una pressione di circa 2 bar e la trivella viene sollevata di alcuni centimetri; la pressione raggiunta comporta l'espulsione della puntazza ed il riempimento dello spazio sottostante.

In fase di getto la pressione si riduce a 1 - 1.5 bar e contribuisce al sollevamento dell'elica e del terreno presente sulle sue spire; mentre il calcestruzzo occupa progressivamente la cavità realizzata, l'elica risale senza ruotare o ruotando lentamente nello stesso senso dell'avanzamento.

Per garantire l'integrità del palo la pressione di pompaggio del calcestruzzo deve essere costantemente positiva, il getto deve essere lento e regolare sino al livello del piano di lavoro.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare devono essere sottoposti all'esame ed alla approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 mc/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 mc/h per pali di diametro \geq 800 mm.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultati dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

6.7.2.3 Inserimento della gabbia di armatura

L'inserimento dell'armatura prevede l'impiego di una gru in grado di sollevare la gabbia più lunga e pesante prevista nel progetto; in alternativa potrà essere utilizzato l'argano di servizio della perforatrice.

Le gabbie più lunghe, composte da elementi modulari (solitamente di 12 metri) saranno assemblate a boccaforo. La gabbia, agganciata con funi e sollevata per mezzo di un bilancino non deve subire eccessivi sforzi localizzati.

L'armatura sarà sollevata in posizione verticale e movimentata sopra il preforo con la gru di servizio.

L'inserimento della gabbia nel preforo già gettato deve avvenire lentamente per evitare danni ai distanziatori (se presenti). Nel caso in cui la gabbia sia composta da più elementi, la connessione è effettuata mediante morsetti; l'unione fra i singoli elementi sarà controllata in loco dal responsabile di turno.

Eventuali modifiche al metodo qui proposto saranno apportate all'inizio e durante i lavori, riservando la maggior cura possibile all'integrità della gabbia.

6.7.2.4 Scapitozzatura

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

7 OPERE DI CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA

Si definiscono nel seguito le caratteristiche tecniche, le modalità di esecuzione, di accettazione e collaudo, delle opere in calcestruzzo armato.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisoriale, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

7.1 DEFINIZIONE DEI LAVORI

Le opere in appalto comprendono l'esecuzione di:

- vasche interrate per serbatoio e depuratore;
- solettone di fondazione, spessore 1200 mm;
- soletta su pali, spessore 350mm, con plinti di ripartizione spessore 700mm.
- getti in calcestruzzo a ritiro controllato per strutture miste montanti torre;
- predisposizione dei collegamenti delle strutture in carpenteria metallica;
- waterstop;
- solette edificio ed opere in elevazione in calcestruzzo, comprese strutture miste;
- vespaio con casseri a perdere;
- setti e murature in calcestruzzo autocompattante con finitura faccia a vista;
- opere provvisoriale e puntellazioni durante le fasi di esecuzione.
- studio e pre-qualifica del calcestruzzo autocompattante, comprese prove di laboratorio e campionature;
- sviluppo progetto costruttivo cassetture compresi mock-up;
- fornitura in opera di inghisaggi e tirafondi;
- inghisaggi e armature supplementari zone critiche;
- predisposizioni per ancoraggio opere in carpenteria metallica ed elementi di finitura.

L'Appaltatore deve rispettare rigorosamente le quote di progetto, le dimensioni degli elementi strutturali, le armature, i copriferro e tutte le prescrizioni previste dal progetto.

7.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

7.2.1 Aggregati per calcestruzzi

Gli aggregati impiegati della produzione del calcestruzzo devono possedere marcatura CE, secondo D.P.R. 246/93. Il sistema di attestazione deve essere conforme a quanto prescritto nella Tab. 11.2.II del D.M. 14.01.2008. Gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo devono essere conformi, in riferimento alla destinazione d'uso, ai requisiti di cui alle norme UNI EN 12620:08 e UNI 8520-1-2:2005.

Il contenuto di sostanze nocive degli aggregati deve rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) deve risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) deve risultare inferiore allo 0.1%;
- non devono contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa devono 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.

7.2.2 Aggregati di riciclo

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III del D.M. 14.01.2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620:08; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

7.2.3 Acciaio e armature

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1 del D.M. 14.01.2008 e controllati con le modalità riportate ai punti seguenti del D.M. stesso che specifica le caratteristiche tecniche da sottoporre a verifica, i metodi di prova, le condizioni di prova e i sistema di attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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 aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma UNI EN 10020:01.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve essere conforme alle prescrizioni di cui al § 11.3.1.5 delle Norme Tecniche.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere:

- 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 di resistenza misurati 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 del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Le norme tecniche sulle costruzioni, D.M. 14.01.2008, prescrivono l'esecuzione delle seguenti procedure di controllo degli acciai da cemento armato ordinario in barre, rotoli e reti elettrosaldate:

- controlli in stabilimento di produzione, per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli;

- controlli su singole colate o lotti di produzione su richiesta di produttori qualificati;
- controlli nei centri di trasformazione, o nei luoghi di lavorazione delle barre da eseguirsi sulle forniture;
- controlli 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 tonnellate.
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze 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.

Prima della fornitura in cantiere le armature metalliche possono essere saldate, pre-sagomate (staffe, ferri piegati, ecc.) o pre-assemblate (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle Norme Tecniche.

7.2.4 Conglomerato cementizio

Il conglomerato deve essere prodotto in controllo di qualità, con lo scopo di monitorare che il conglomerato prodotto rispetti la resistenza caratteristica definita in sede di progetto.

L'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi. L'Appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 14.01.2008.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove devono essere eseguite dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

Nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato, l'Appaltatore, nella relazione di pre-qualifica deve fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;

- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

7.2.5 Calcestruzzo preconfezionato

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.14.01.2008) il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206/1:2006 ed UNI 11104:2004.

Sul calcestruzzo devono essere effettuate le fasi valutazione preliminare della resistenza per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.

Ad ogni consegna di calcestruzzo a "prestazione garantita" sarà fornita una scheda numerata serialmente. Le schede indicheranno: data, nome del Fornitore, località in cui è ubicato l'impianto di produzione, marca e tipo del cemento impiegato, classe del conglomerato, classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento (a/c), eventuali additivi aggiunti, numero dell'automezzo che effettua il trasporto, ora di partenza e ora di arrivo al cantiere, quantità di prodotto, dimensione massima dell'aggregato impiegato ed eventuale dettagli sulla miscela.

Il calcestruzzo preconfezionato deve provenire da impianti dotati di capacità produttiva, ed attrezzature di trasporto sufficienti a consegnare le miscele al ritmo richiesto e in ogni caso non inferiore a quello necessario ad assicurare, in un massimo di 60', carico e getto.

7.3 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

7.3.1 Controlli e prove sugli aggregati

I controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV del DPR n.246/93.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

7.3.2 Controlli e prove sul calcestruzzo

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 - Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620:06 - al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

Il controllo delle caratteristiche strutturali sul calcestruzzo fresco e indurito si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare del mix-design, della resistenza e delle caratteristiche reologiche delle miscele;
- Valutazione preliminare di campionature fuori opera per verifica del livello di finitura secondo le prescrizioni di natura strutturale e architettonica;
- Controllo di accettazione;
- Controlli supplementari in fase di esecuzione;

- Prove di carico e complementari.

Le prove supplementari di valutazione preliminare, di controllo e di accettazione, non prescritte a norma di legge, sono disposte dalla D.L. a suo insindacabile giudizio.

Le prove devono essere condotte secondo quanto riportato ai paragrafi successivi, in conformità alle prescrizioni di legge e alle specifici metodi di prove di cui alle norme UNI EN armonizzate.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le forniture non conformi alle prescrizioni di progetto e alle specifiche del presente documento.

7.3.3 Valutazione preliminare della resistenza

Per ogni miscela omogenea devono essere sottoposti all'approvazione della D.L. la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati: certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, degli additivi, ecc).

Prima dell'inizio della fornitura l'Appaltatore deve consegnare al Direttore dei Lavori copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da documenti riportanti gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

L'accettazione del calcestruzzo "a prestazione garantita", è subordinata alla verifica della sua conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo è eseguito sulle caratteristiche di:

- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- classe di aggressività ambientale;
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e classe del cemento;
- dimensione massima dell'inerte;

7.3.4 Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo tipo SCC

Oltre alle verifiche di conformità previste per legge, l'accettazione del calcestruzzo tipo SCC "a prestazione garantita", è subordinata alla valutazione delle caratteristiche estetiche, soggette all'approvazione delle D.A. mediante campionature, e alla valutazione di conformità delle seguenti caratteristiche:

- capacità di scorrimento: slump-flow, valutata mediante cono di Abrams;
- resistenza alla segregazione, valutata mediante prova di svuotamento dell'imbuto V-funnel;
- resistenza alla segregazione, valutata mediante prova della perdita di massa (Linee Guida);
- mobilità del cls in spazi ristretti o "passing ability", valutata mediante scatola ad L o anello giapponese (J-ring);

Le prove di verifica saranno effettuate secondo la frequenza stabilita dalle normative vigenti. A insindacabile giudizio della D.L. potrà essere disposta l'esecuzione delle prove con maggiore frequenza.

È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto.

L'Appaltatore è responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, anche sul calcestruzzo fornito da terzi.

Gli impianti di produzione devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche

fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

7.3.5 Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo a ritiro controllato

Le prove sul calcestruzzo a ritiro controllato per la definizione del grado di espansione, la pre-qualifica e il dosaggio dei componenti e degli agenti espansivi e riduttori di ritiro dovrà essere determinato dall'Appaltatore, di concerto con il produttore degli additivi mediante test di espansione contrastata secondo UNI 8148 e campionature fuori opera comprese di ogni lavorazione, al fine di garantire il soddisfacimento delle caratteristiche prestazionali ed estetiche richieste.

L'accettazione del calcestruzzo a ritiro controllato "a prestazione garantita", è subordinata alle verifiche di conformità dei calcestruzzi previste per legge, e alle verifiche di conformità ai requisiti di progetto mediante prove eseguite e certificate, in conformità alla norma tecnica UNI 8148:2008, presso laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

7.3.6 Controlli di accettazione

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee. In funzione del quantitativo di conglomerato accettato, si articola in:

- controllo tipo A di cui al punto 11.2.5.1 per quantitativi di miscela omogenea non maggiori di 300 mc;
- controllo statistici di tipo B di cui al punto 11.2.5.2 obbligatorio per costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea.

Ogni controllo di accettazione di tipo A riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc ed è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto deve essere comunque effettuato almeno un prelievo.

Il controllo di tipo B è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc.

Le prove di accettazione sono eseguite in conformità al punto 11.2.5 del D.M. 14.01.2008, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo sarà accettato dalla D.L. se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tabella 11.2.I. Eventuali forniture non conformi saranno rifiutate.

7.3.7 Controlli in corso d'opera

Il Direttore dei Lavori dispone controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche degli aggregati costituenti il conglomerato fornito a quelle stabilite dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Prove sugli aggregati:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles, resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido;

7.3.8 Controlli in corso d'opera per calcestruzzo SCC

Durante il corso dei lavori delle opere in calcestruzzo autocompattante per finitura a vista si prescrive l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità e della omogeneità della miscela del calcestruzzo.

- prova cono di Abrams;
- prova di svuotamento imbuto V-funnel;
- prova della perdita di massa;
- prova scatola ad L (o anello giapponese J-ring);
- ritiro;
- pull-out.

In corso d'opera vanno inoltre controllate periodicamente, con frequenza stabilita dalla D.L. :

- la provenienza e la fornitura degli inerti utilizzati per la composizione del calcestruzzo (bolle di fornitura dell'inerte alla centrale di betonaggio);
- la provenienza e la fornitura del cemento, che deve provenire sempre dallo stesso stabilimento di produzione, (bolle di fornitura dell'inerte alla centrale di betonaggio);
- le caratteristiche e i dosaggi degli additivi e delle aggiunte utilizzati per la composizione del calcestruzzo (bolle di fornitura alla centrale di betonaggio).

7.3.9 Controlli dell'acciaio per armature

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti in ottemperanza a quanto prescritto al paragrafo 11.3.2.3 del D.M. 14.01.2008, presso laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui al punto precedente. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove. Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

7.4 PROVE SUI MATERIALI

Le prove sul calcestruzzo devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate da laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

7.4.1 Provini preliminari

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore, in accordo con D.L., predisporrà presso l'impianto di betonaggio prescelto, un impasto di qualifica, con i materiali e le proporzioni indicate nella certificazione presentata in sede di offerta.

La resistenza di tale impasto dopo 28 giorni, determinata su provini cubici aventi spigolo di cm 16, non deve essere inferiore a quella indicata sugli elaborati grafici di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore deve presentare la documentazione relativa ad una serie di prove di qualificazione, eseguita su campioni di cls allo scopo di fornire i parametri più significativi delle caratteristiche del medesimo, accompagnata dalle composizioni granulometriche degli aggregati impiegati.

7.4.2 Prelievo dei campioni

Il prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri ed alla presenza del Direttore dei lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

Il Direttore dei Lavori provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del conglomerato 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 e UNI EN 12390-2.

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

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 conglomerato.

L’esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, ecc);
- identificazione del cantiere e dell’Impresa appaltatrice;
- data e ora di confezionamento dei provini;

La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo deve riportare anche la firma dell’Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

L’Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell’invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l’Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

7.4.3 Prove sul calcestruzzo autocompattante scc

Le prove sul calcestruzzo autocompattante fresco devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate, in conformità alle norme tecniche di seguito elencate, presso laboratori autorizzati di cui all’art. 59 del DPR n. 380/2001.

UNI 11040:2003	Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli
UNI 11041:2003	Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento

Il campionamento ed il controllo di accettazione deve essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All’interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si deve procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, 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 agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

7.4.4 Prove sull’acciaio per armature

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, deve essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni dei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore deve essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, 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 caratteristico, 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 di cui all'art.59 del D.P.R. 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.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione deve essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, deve essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

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 dalle norme tecniche, 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.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

7.5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Durante il corso dei lavori la D.L., richiederà il confezionamento di provini supplementari (oltre a quelli previsti per normativa), per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles – resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la Norma UNI EN 206-1.

Per opere in calcestruzzo ad alto livello qualitativo sono disposti specifici controlli in corso d'opera; per la definizione delle controlli supplementari si rinvia ai paragrafi relativi alle prescrizioni particolari per opere in calcestruzzo.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rendesse necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

7.5.1 Controlli supplementari della resistenza a compressione

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme EN 12504-1e 2.

7.5.2 Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1 \text{ o } 2$ e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 13791.

7.5.3 Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Devono essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

7.5.4 Prove di carico

L'appaltatore deve fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli deve predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

7.5.5 Collaudo

Il collaudo comprende:

- controllo dei certificati delle prove eseguite sull'acciaio e sui calcestruzzi;

- controllo della buona esecuzione dei manufatti, e della omogeneità e assenza di porosità delle superfici, (assenza di fessurazioni, sbrecciature ecc.);
- verifica della conformità di quanto eseguito con i disegni di progetto.

7.6 TOLLERANZE DIMENSIONALI

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- | | |
|---|-------------------------|
| - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto | S = ± 3.0 mm |
| - dimensioni in pianta | S = - 3.0 mm o + 5.0 mm |
| - dimensioni in altezza (superiore) | S = - 0.5 mm o + 3.0 mm |
| - quota altimetrica estradosso | S = - 0.5 mm o + 2.0 mm |

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- | | |
|---|-------------------------|
| - pos. rispetto coordinate allineamenti di progetto | S = ± 2.0 mm |
| - dimensione in pianta (anche per pila piena) | S = - 0.5 mm o + 2.0 mm |
| - spessore muri, pareti, pile cave o spalle | S = - 0.5 mm o + 2.0 mm |
| - quota altimetrica sommità | S = ± 1.5 mm |
| - verticalità per H ≤ 600 cm | S = ± 2.0 mm |
| - verticalità per H > 600 cm | S = ± H/12 |

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| - spessore: | S = -0.5 mm o + 1.0 mm |
| - quota altimetrica estradosso: | S = ± 1.0 mm |

Vani, cassette, inserterie:

- | | |
|--|--------------|
| - posizionamento e dimensione vani e cassette: | S = ± 1.5 mm |
| - posizionamenti inserti (piastre boccole): | S = ± 1.0 mm |

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

7.7 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si elencano di seguito le caratteristiche che il calcestruzzo deve avere per soddisfare i requisiti strutturali richiesti dal progetto. In particolare l'Appaltatore deve verificare e assicurare che i valori di slump richiesti siano verificati al momento del getto in opera del calcestruzzo.

Le caratteristiche sono definite in conformità alle norme UNI-EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004.

Si elencano di seguito le caratteristiche che il calcestruzzo deve avere per soddisfare i requisiti strutturali e prestazionali di progetto. In particolare l'Appaltatore deve studiare e sottoporre all'approvazione della D.L. il mix-design delle miscele per le opere in cls faccia a vista.

I valori di slump richiesti devono essere verificati al momento del getto in opera del calcestruzzo.

Le caratteristiche del calcestruzzo sono definite in conformità alle norme UNI-EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004.

7.7.1 Calcestruzzo per opere di fondazione ed elevazione non a vista

Calcestruzzo per opere marine a prestazione garantita:

- | | |
|--|---------|
| - Classe di esposizione | XS3 |
| - Classe di resistenza del calcestruzzo | C 35/45 |
| - Classe di abbassamento al cono (slump) | S4 |
| - Rapporto massimo a/c per durabilità | ≤ 0,45 |

- Minimo contenuto di cemento 360 kg/mc
- Dimensione massima dell'inerte $D_{max} = 20 \text{ mm}$

7.7.2 Calcestruzzo per opere faccia a vista

Calcestruzzo autocompattante a prestazione garantita:

- Classe di esposizione XS3
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) SCC
- Rapporto massimo a/c per durabilità $\leq 0,45$
- Minimo contenuto di cemento 360 kg/mc
- Dimensione massima dell'inerte $D_{max} = 20 \text{ mm}$

7.7.3 Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo, secondo D.M. 14.01.2008, classe di duttilità C secondo Eurocodice 2, appendice C.1.

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura e rapporti tra le tensioni: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Allungamento percentuale caratteristico: $(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$

7.7.4 Casseri a perdere

I casseri modulari a perdere, realizzati in polipropilene riciclato o con plastiche rigenerate atossiche ad alta resistenza, avranno forma a cupola, scanalature incrociate e coni centrali con vertice verso il basso. Le cupole, mutualmente collegate, saranno atte a ricevere il getto in calcestruzzo per la formazione di pilastri e piano di appoggio della soletta.

Le caratteristiche di resistenza, le dimensioni e altezza degli elementi modulari dovranno essere conformi a quanto indicato dagli elaborati grafici di progetto.

7.7.5 Waterstop

Profili water stop per impermeabilizzazione giunti di lavoro fra soletta piano terra e setti perimetrali.

7.7.6 Elemento di raccordo a taglio termico

Elemento portante termoisolante, tipo Schöck Isokorb K-WO, o equivalente, per il raccordo delle solette di balconi in c.a. a sbalzo semplice alle pareti in calcestruzzo armato. L'elemento ha funzione di trasferimento di sollecitazioni di momento negativo e taglio positivo.

L'elemento di raccordo, certificato secondo D.M. 14.01.2008 è composto da:

- 80 mm di strato isolante in polistirolo espanso con una conducibilità termica di $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$;
- armatura dell'elemento in corrispondenza dello strato isolante in acciaio per c.a. inossidabile ad aderenza migliorata;
- reggispinta in calcestruzzo ad alte prestazioni con microfibre di acciaio (moduli HTE);

In fase di posa in opera osservare e rispettare rigorosamente la documentazione tecnica e le linee guida del produttore. Lavorazione comprende l'armatura di collegamento in opera.

7.7.7 Malta cementizia espansiva

Malta cementizia espansiva, dotata di marcatura CE, applicabile mediante colaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione o per inghisaggi. La malta deve essere caratterizzata da elevata fluidità e capacità di scorrimento per garantire il riempimento degli spazi sottopiastra e dei fori di inghisaggio, elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio e resistenza ai fenomeni di fatica.

Le prestazioni ottenute con una consistenza di 260 -270 mm, valutate secondo la norma UNI EN 12395/1, devono

essere le seguenti:

- adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 a taglio > 6 MPa
- modulo elastico UNI EN 13412 28.000 (± 2000) MPa
- resistenza a compressione UNI EN 12190 28 gg > 75 MPa
- resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 28 gg > 9 Mpa

7.7.8 Adesivo epossidico fluido per riprese di getto

L'adesivo epossidico bicomponente, privo di solventi, per riprese di getto fra calcestruzzo fresco e indurito, tipo Eporip di Mapei o equivalente, conforme alle norma EN 1504-9 relativa a "prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo" e ai requisiti minimi prescritti dalla norma EN 1504-4 – incollaggio strutturale.

L'adesivo, in pasta leggermente tixotropica, deve garantire elevate prestazioni di resistenza meccanica, di adesione al supporto, anche in presenza di umidità e di resistenza alle sostanze chimiche più comuni, quali acidi, alcali, solventi e idrocarburi. Il prodotto impiegato deve inoltre essere dielettrico e non soggetto a fenomeni di ritiro e impermeabile. Le riprese del getto saranno eseguite sulla resina non indurita, rispettando, in funzione delle temperature, i tempi di ricopertura previsti dalla ditta produttrice.

L'adesivo deve garantire le seguenti prestazioni meccaniche:

Caratteristiche di adesione a 7 gg	Metodo di prova	Prestazione prodotto
Ritiro lineare (%)	UNI EN 12617	
Modulo elastico in compressione N/mm ²	UNI EN 13412	3000
Adesione al calcestruzzo	UNI EN 12363	Rottura del calcestruzzo
Resistenza la taglio	UNI EN 12615	>9 N/mm ²
Resistenza a compressione	UNI EN 12190	>70 N/mm ²

7.7.9 Copriferrì

I copriferrì prescritti per tutte le strutture sono calcolati per garantire resistenza al fuoco R 60. Per le strutture del locale gruppo elettrogeno è prescritta resistenza al fuoco R120. In fase di esecuzione i valori minimi dei copri ferro prescritti dagli elaborati di progetto devono essere rigorosamente rispettati dall'Appaltatore.

7.8 MODALITA' DI ESECUZIONE OPERE IN CALCESTRUZZO

7.8.1 Deposito e conservazione dell'acciaio in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice deve depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. Le barre di armatura devono essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

7.8.2 Lavorazioni dell'acciaio in cantiere - raggi minimi di curvatura

Il diametro di piegatura non deve provocare fessure nella barra e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

I valori minimi di piegatura sono stabiliti dall'Eurocodice 2, paragrafo 8.3, tab. 1.12.

Tab. 1.12 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	$\phi 4 \text{ mm}$
$\phi > 16 \text{ mm}$	$\phi 7 \text{ mm}$

7.8.3 Piegatura del ferro e formazione delle gabbie

Non devono essere poste in opera armature ossidate, corrosive o con difetti superficiali tali da ridurre la resistenza o l'aderenza al conglomerato delle barre stesse.

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni. La piegatura deve essere fatta meccanicamente, mai a caldo, a mezzo di piegaferri. I mandrini devono avere raggio tale da evitare deformazioni dannose. Detto raggio dipenderà dal diametro dei tondini in lavorazione.

Le giunzioni di barre saranno consentite solo quando la lunghezza commerciale delle stesse è inferiore a quella necessaria. Le eventuali giunzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minor sollecitazione; ciascuna giunzione inoltre non deve interessare una sezione metallica superiore al 30% di quella complessiva. Le giunzioni possono essere eseguite mediante sovrapposizione delle barre secondo le prescrizioni dei disegni di progetto, le sovrapposizioni che coinvolgono più barre devono essere sfalsate. In nessun caso sono accettate sovrapposizioni inferiori a 40 volte il diametro delle armature interessate.

Le fondazioni dell'edificio fungono da dispersori naturali dell'impianto di messa a terra e le armature in acciaio sono utilizzate per la realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

La continuità elettrica dei ferri di armatura dovrà essere assicurata in conformità all'art. 1.2.17 della Norma CEI 81.1 (resistenza tra due punti \leq a 0,1 ohm al passaggio di una corrente di 10A. In ogni caso al fine di realizzare la continuità elettrica richiesta, si prescrive che alcuni tondini facenti parte di elementi strutturali (plinti, pilastri, travi, ecc.) vengano saldati elettricamente in corrispondenza delle giunzioni. Il medesimo provvedimento deve essere applicato ad alcuni tondini delle strutture verticali e orizzontali.

Il posizionamento delle armature metalliche nei casseri, deve essere eseguita in conformità agli elaborati di progetto, rispettando scrupolosamente la distanza minima del copriferro.

La distanza minima netta tra le barre deve essere almeno pari al diametro delle medesime, in ogni caso non inferiore al diametro massimo dell'inerte impiegato per il calcestruzzo.

Qualora il getto sia eseguito controterra deve essere assicurato un ricoprimento netto dell'armatura pari a 40 mm. Il posizionamento di ciascun ferro sulle staffe deve essere ottenuto mediante legatura con filo di ferro in modo da ottenere una gabbia entro la quale i ferri non possono muoversi.

La gabbia deve essere mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori di materia plastica in modo che, a getto ultimato, la posizione delle armature metalliche risulti quella indicata nei disegni di progetto.

7.8.4 Scapitozzatura

La scapitozzatura delle teste dei pali deve essere eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non siano rispondenti a quelle di progetto.

7.8.5 Aggottamenti

Durante il tempo necessario alla formazione delle nuove opere di fondazione superficiale i piani di posa devono essere mantenuti costantemente asciutti. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni.

I mezzi impiegati devono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

7.8.6 Riprese di getto

Le superfici di ripresa dei getti devono presentarsi solide, perfettamente pulite e prive di parti friabili in distacco, polvere, lattime di cemento, olii e vernici. Per applicazioni su metallo eliminare i residui di ruggine e di grassi. Prima di applicare l'adesivo, e superfici devono essere sabbiate e pulite con aria compressa. I sottofondi possono presentarsi leggermente umidi ma devono essere privi di acqua. L'adesivo, diluito con diluente per resine epossidiche, sarà applicato a spruzzo o a pennello. La ripresa di getto deve avvenire necessariamente sulla resina non indurita rispettando i tempi e le temperature di applicazione prescritti dalla ditta produttrice.

7.8.7 Esecuzione dei casseri

Tutte le strutture in c.a. devono essere eseguite con casseforme lisce e scarsamente assorbenti per ottenere superfici regolari ed assolutamente piane ed omogenee per qualità, colore e finitura. I casseri devono essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo. L'unione tra i vari elementi deve essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di malta durante il getto.

Prima del getto le casseforme devono essere pulite e presentarsi prive di qualsiasi traccia di materiale, polvere, terriccio che possa compromettere l'estetica del manufatto.

E' assolutamente vietato impiegare casseri sporchi e privi di superficie liscia ed omogenea.

Sulla faccia esterna dei getti contro terra, la chiusura dei fori dei distanziatori deve essere integrata con una opportuna sigillatura per impedire l'eventuale ingresso di acqua e la sua fuoriuscita sulla faccia esposta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme deve essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non devono combinarsi con gli impasti, pregiudicarne la presa o condizionare in alcun modo la perfetta riuscita del getto.

L'impiego di prodotti disarmanti deve essere approvato dalla D.L. a mezzo di autorizzazione scritta. Le casseforme devono essere trattate con un unico prodotto.

Su casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si devono usare prodotti disarmanti con agente tensioattivo in quantità controllata, la vibrazione deve essere contemporanea al getto.

I prodotti devono essere impiegati secondo i dettami della Ditta produttrice ed essere applicati in strati omogenei continui.

7.8.8 Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore ha l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

In particolare devono essere predisposti tutti i fori e le asole di illuminazione, di ventilazione, ascensori, ecc. e necessari per il passaggio degli impianti tecnologici (elettrico, termico, antincendio, idrico, espulsione aria e fumi ecc.) e degli impianti speciali (frigorifero, antintrusione, televisivi ecc.).

La D.L. comunicherà all'Appaltatore ogni particolare esigenza che potrebbe sorgere durante l'esecuzione dei lavori, per quanto riguarda l'esecuzione di nuove predisposizioni. L'Appaltatore svilupperà quindi tutti i particolari costruttivi necessari allo sviluppo di queste nuove lavorazioni, avendo cura di indicare chiaramente tutte le soluzioni tecnologiche e geometriche. Tali soluzioni saranno sottoposte all'approvazione della D.L. e D.A. per approvazione.

7.8.9 Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato.

Il rapporto a/c sarà determinato tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il rapporto a/c, deve essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato, e alle caratteristiche di esposizione del manufatto, al fine di garantire la durabilità del materiale.

L'impiego degli additivi deve essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. La resistenza caratteristica dei conglomerati impiegati nella realizzazione delle opere deve essere rispettare rigorosamente le prescrizioni di progetto. In nessun caso possono essere impiegati conglomerati strutturali con resistenza caratteristica inferiore a 16/20 N/mm² o superiore a 45/55 N/mm². Per l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica 45/55 N/mm² è richiesta l'esecuzione di controlli statistici sia preliminari che in corso di impiego.

7.8.10 Getto del conglomerato

Prima di effettuare il getto, deve essere controllata la perfetta pulizia delle parti interne dei casseri e dei ferri i quali non devono presentare superfici unte o arrugginite.

Si procederà poi alla bagnatura del cassero come di ogni altro elemento assorbente con il quale il conglomerato può venire a contatto.

I getti di regola non possono essere effettuati con temperature tali per cui ci sia pericolo di gelo e comunque non inferiori a -5° C. L'eventuale uso di additivi antigelo deve essere autorizzato dalla D.L. a mezzo di comunicazione scritta; devono pure essere evitati getti con elevate temperature ambiente.

Per evitare la separazione dei componenti non devono essere effettuati getti da altezze superiori ai m 2,00.

Contemporaneamente al procedere del getto si deve provvedere all'accurata costipazione e/o vibratura dello stesso. Devono essere impiegati vibratorii ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri molto riavvicinati. Vibratori da collegare ai ferri o ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare gli altri e solo su autorizzazione scritta della D.L.

La vibratura deve interessare possibilmente anche gli strati gettati in precedenza; deve inoltre essere condotta in modo uniforme e senza soluzione di continuità; deve essere sospesa all'apparire di un velo d'acqua e cemento sulla superficie.

Le riprese dei getti devono di regola essere evitate; qualora si rendessero necessarie, bisognerà eseguirle nelle zone di minor sollecitazione.

All'atto della ripresa del getto, si avrà cura di pulire perfettamente e di bagnare a saturazione le superfici delle parti già indurite con boiaccia di cemento.

L'ordinamento degli ancoraggi dei casseri (generalmente distanziatori con elementi in plastica a perdere) va concordato con la D.L. poiché si dà assoluta importanza alla ordinata distribuzione delle forature coniche.

7.8.11 Stagionatura

Il calcestruzzo deve essere protetto da perdite di umidità, rapidi cambiamenti di temperatura, e danni derivanti da pioggia o acque scorrenti, per un periodo non inferiore a 7 giorni (3 giorni per cemento a presa rapida) dopo il getto. Nella norma, qualora non siano prescritte tipologie di calcestruzzo ad alta prestazione, la stagionatura può essere ottenuta attraverso uno dei seguenti metodi:

- stagionatura ad acqua: mantenere le superfici continuamente umide per mezzo di dispositivi a spruzzo o altri dispositivi approvati;
- stagionatura a sabbia saturata: coprendo la superficie con uno spessore minimo di sabbia di circa 4 cm, uniformemente distribuito, e mantenendolo continuamente saturo d'acqua;
- stagionatura a carta: coprendo la superficie con carta impermeabile conforme alle norme, o coprendo la superficie con fogli di polietilene opaco (fissare saldamente e sigillare tutti i bordi e le estremità).

Possono essere utilizzati prodotti stagionanti, trattamenti tipo "curing" solo previa specifica approvazione della D.L. Tali prodotti non devono mai essere utilizzati su superfici di riprese di getto.

Ulteriore stagionatura del calcestruzzo dopo la rimozione delle casseforme potrà essere prescritta dalla D.L. in sede di cantiere.

7.8.12 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Se, ad insindacabile giudizio della D.L., l'opera sarà ritenuta non accettabile, dovrà essere demolita e ricostruita a totale onere dell'Appaltatore.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

7.9 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE OPERE IN CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE PER FINITURE FACCIA A VISTA

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.14/01/08) il calcestruzzo autocompattante dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato. In particolare l'Appaltatore deve verificare e assicurare che i valori di spandimento richiesti siano verificati al momento del getto in opera del calcestruzzo.

7.9.1 Ingredienti per il confezionamento

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008;
- Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2;
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2;
- Agente modificatore di viscosità;
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con 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;

7.9.2 Prescrizioni per la produzione

La qualità estetica dei manufatti è influenzata da numerosi parametri che devono essere attentamente valutati in fase di definizione del mix-design. Per assicurare l'elevato livello qualitativo, l'assenza di alterazione cromatiche e l'omogeneità delle superfici la produzione del calcestruzzo deve avvenire nel rispetto delle seguenti disposizioni:

- il calcestruzzo deve essere prodotto in impianti con processo industrializzato dove si opera uno stringente controllo dell'umidità degli aggregati e dell'acqua introdotta nel mescolatore;
- nel confezionamento del calcestruzzo devono essere impiegate sole acque potabili; è escluso l'impiego di acqua di riciclo che possono causare alterazioni cromatiche delle superfici;
- il rapporto a/c nominale previsto per ogni impasto deve essere rigorosamente rispettato e non deve subire oscillazioni di + 0.03 in quanto queste variazioni determinerebbero differenze cromatiche della superficie dei manufatti;
- il cemento selezionato per la confezione delle miscele omogenee deve provenire sempre dallo stesso stabilimento di produzione;
- gli inerti utilizzati per la confezione delle miscele devono presentare caratteristiche fisiche e mineralogiche omogenee e costanti. La loro selezione e approvvigionamento dovrà assicurare la produzione del quantitativo di calcestruzzo necessario alla realizzazione dell'intera opera.

- il colore degli aggregati e, in particolare quello delle sabbie deve essere costante nel tempo, il limite del contenuto di particelle leggere negli aggregati non deve essere superiore a 0.25% per gli aggregati fini e a 0.05% per gli aggregati grossi;
- la somma del cemento e dei granuli di materiale inerte di dimensioni inferiori a 0.125 mm deve essere maggiore di 400 kg/mc;
- il controllo delle caratteristiche degli inerti presso lo stabilimento di produzione del calcestruzzo sarà condotto ogni 300 mc di calcestruzzo prodotto.

7.9.3 Prescrizioni relative al grado di finitura delle superfici

Il grado di finitura delle superfici in calcestruzzo faccia a vista deve essere rispondente ai seguenti requisiti:

- l'uniformità di colore e di opacità deve essere garantita su tutte le superfici ed in tutte le fasi di realizzazione dell'opera, la tonalità deve rientrare in una gamma di colore individuate sulla base di campioni approvati dalla Direzione Artistica e Direzione Lavori nei mock-up;
- tutte le superfici verticali, per un'altezza fino a tre metri dalla quota di pavimento finito, dovranno essere trattate con un protettivo antigraffiti di colore chiaro; l'Appaltatore avrà l'obbligo di realizzare delle campionature e potrà procedere al trattamento solo dopo l'approvazione della Direzione Artistica e della Direzione Lavori;
- il calcestruzzo deve presentarsi privo di difetti superficiali, vuoti, soffiature o alveoli dovuti a segregazione dei componenti o di qualsiasi altra imperfezione. I vuoti devono essere ridotti al minimo garantendo il rispetto di tutte le disposizioni specifiche;
- sono consentiti fori con diametro massimo di 5 mm. La riparazione di fori superiori a 5 mm deve essere concordata di volta in volta con la Direzione Artistica e con la Direzione Lavori;
- non devono essere presenti alveoli di dimensioni superiori a 20 mmq (e queste devono essere accettabili), in ogni metro quadrato di superficie non devono essere presenti più di 3 fori;
- irregolarità puntuali non devono essere superiori a 1 mm; irregolarità graduali, espresse come scarto massimo tollerato da un regolo 1 m, non devono essere superiori a 3 mm;
- il calcestruzzo deve essere esente da difetti superficiali visibili ad occhio da una distanza di 3 m;
- la finitura superficiale del calcestruzzo dovrà presentarsi coerente, uniforme, opaca (no lucida) e senza parti scolorite; inoltre dovrà essere priva di macchie dovute ad agenti di distacco, perdita di malta o da altre fonti; segni macchie o impronte sono accettabili solo se non superiori a 50x50 mm;
- non sono ammesse tracce di ruggine causate da colature o da qualsiasi altra fonte e segni lasciati dai distanziatori.

7.9.4 Prescrizioni relative ai casseri per finitura faccia a vista

I casseri per la realizzazione delle superfici a vista con finitura superficiale di alto livello qualitativo (superfici lisce e prive di impronte) devono essere composti da moduli conformi alle indicazioni degli elaborati di progetto e alle campionature fuori opera approvate dalla D.L. e D.A.

I casseri devono essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo. L'unione tra i vari elementi deve impedire la fuoriuscita di malta durante il getto.

- la tipologia di cassero da utilizzare per la realizzazione delle superfici deve essere campionata e sottoposta all'approvazione della D.L. e D.A.
- le casseforme devono garantire una finitura superficiale del cemento faccia a vista, liscia e continua;
- le superfici faccia a vista devono essere suddivise in campiture mediante motivi architettonici, campionati e approvati dalla D.L. e D.A.
- lo scostamento fra pannelli della cassaforma non deve essere superiore ai 2 mm;
- non è ammessa la fuoriuscita di acqua o di stucco dai casseri;
- ove presenti nel progetto architettonico scuretti o ribassamenti sulle superfici questi devono essere riprodotti sulle pannellature. Non sono ammesse altri segni di giunzione. La progettazione dei giunti delle pannellature, di scuretti, ribassamenti, pezzi speciali e altri elementi sono a carico

dell'Appaltatore. Il loro impiego è subordinato all'accettazione della D.A. le giunzioni devono essere sigillate con mastice. Non sono consentite macchie di mastice sulla superficie finita.

7.9.5 Elaborati costruttivi delle casseforme

Oltre agli elaborati di cantierizzazione, l'Appaltatore è tenuto a redigere i disegni costruttivi che definiscono in dettaglio tutte le casseforme e le opere temporanee necessarie all'esecuzione dell'opera.

I disegni di dettaglio devono rappresentare tutti i raccordi, i giunti di ripresa dei getti, i raccordi angolari e ogni predisposizione che concerne fori, tracce, cavità, incassature.

- il layout e le dimensioni delle casseforme deve essere conforme ai disegni di progetto;
- i prospetti dei casseri devono riportare la posizione dei fori cravatta;
- il grado di finitura e i particolari esecutivi, quali smussi, scuretti, ecc; devono essere conformi alle indicazioni riportate negli elaborati di dettaglio;
- eventuali modifiche alle dimensioni dei pannelli possono essere proposte dall'Appaltatore.

I disegni costruttivi delle casseforme redatti dall'Appaltatore devono essere sottoposti all'approvazione della D.A.

7.9.6 Prescrizioni tecniche per getti faccia a vista

La qualità estetica delle superfici di calcestruzzo dipende da molteplici fattori pertanto l'Appaltatore è tenuto a rispettare scrupolosamente le seguenti prescrizioni.

In fase di esecuzione e maturazione dei getti devono essere valutate le condizioni climatiche di ventilazione e di umidità: condizioni climatiche diverse producono colorazioni diverse.

Al fine di garantire le prestazioni estetiche richieste, l'Appaltatore deve operare in condizioni climatiche favorevoli e omogenee per strutture singole o contigue. Nel caso non si verificano dette condizioni l'Appaltatore deve adottare tutti i provvedimenti necessari a garantire la perfetta riuscita dell'opera.

In fase di maturazione i getti devono essere protetti con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica. La bagnatura del geotessile deve essere omogenea ed eseguita con acqua pulita.

I teli in plastica devono essere posti a 5 cm di distanza dalla superficie del calcestruzzo per evitare la formazione di ventilazione ad effetto camino e la rapida evaporazione d'acqua dal conglomerato.

In fase di maturazione la bagnatura delle superfici del calcestruzzo con acqua può promuovere la comparsa di antiestetiche efflorescenze biancastre.

Allo stesso modo si possono generare macchiature della superficie se vengono impiegate pellicole in plastica applicate direttamente sulla superficie del calcestruzzo.

Prima di ogni getto i disegni costruttivi, completi di tutte le indicazioni relative ai componenti impiantistici e architettonici devono essere approvati dalla D.L. e dalla D.A. Nessun getto deve essere eseguito senza la preventiva approvazione dei disegni costruttivi.

Nell'esecuzione dell'opera devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- i ferri di armatura non devono presentare macchie di ruggine e prima di essere posti in opera devono sempre essere puliti;
- lo spessore del copriferro deve sempre essere rispettato rigorosamente, i distanziatori non devono causare impronte sulle superfici;
- i casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito;
- le riprese di getto saranno linee rette e su tutti i muri faccia a vista dovranno coincidere con il disegno degli scuretti e dei giunti verticali previsti dal progetto architettonico. Scuretti orizzontali sono previsti in corrispondenza delle fasce marcapiano, mentre i "giunti verticali" dovranno seguire il disegno della maglia ordinatrice dell'edificio, con interasse di 3.60 m, sul lato ortogonale alla maglia e a misura sul lato diagonale. Sul solaio di copertura gli scuretti riprodurranno in piano la maglia

dell'edificio. Scuretti e giunti verticali saranno marcati con gole o risalti di profondità, eventualmente sigillati, secondo campionatura approvata dalla D.A.

- la tenuta dei punti di giunzione deve essere eseguita con cura assoluta per impedire la perdita di boiaccia e la formazione di difetti superficiali in termini di macroporosità;
- prima di gettare le fughe fra i pannelli devono essere sigillate a filo con la superficie del pannello con silicone o altro materiale che possa impedire qualsiasi perdita boiaccia e provocare impronte visibili sul calcestruzzo finito. I pannelli devono essere fissati da dietro per evitare impronta di chiodi o viti su una superficie finita;
- salvo diverso accordi con la D.A. sono ammessi non più di 2 fori di ancoraggio per pannello;
- gettare in opera preferibilmente dal basso o in caso di getto dall'alto limitare l'altezza di caduta e la velocità di riempimento del cassero;
- ai fini dell'ottenimento di colorazioni omogenee delle superfici, i getti di un elemento strutturale o delle sue campiture devono essere completati nell'arco di una stessa giornata;
- le casseforme non possono essere riutilizzate;
- l'uso dei disarmanti è subordinato a prove preliminari per verificare la compatibilità tra disarmante e tipo di cassero. I disarmanti non devono assolutamente macchiare o alterare la colorazione della superficie in vista del conglomerato cementizio. I campioni della lavorazione devono essere preventivamente approvato dalla D.A.;
- l'applicazione del disarmante deve avvenire con cura e in strati sottili e regolari prima del posizionamento delle gabbie di armatura. Il disarmante in eccesso deve essere rimosso mediante degli stracci pena l'apparizione di macchie o di zone a colorazione grigia variabile;
- le casseforme devono essere rimosse appena i requisiti strutturali lo consentono;
- i getti dovranno essere eseguiti in condizioni climatiche tali da escludere fenomeni di surriscaldamento dei ferri d'armatura a causa di lunghi periodi di insolazione;
- i vibratori devono sempre essere totalmente immersi nel conglomerato. In fase di immersione ed estrazione devono essere spenti;
- la durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non deve essere inferiore a 7 giorni;
- dopo la scasseratura pulire le superfici e rimuovere residui di lattice, disarmate, efflorescenze, ruggine e ogni macchia con un prodotto approvato dalla D.A.
- sulle superfici finite i fori cravatta devono essere stuccati con un impasto di cemento e aggregato fine che corrisponda esattamente alle caratteristiche estetiche del calcestruzzo in opera. I campioni della lavorazione devono essere preventivamente approvato dalla D.A.
- le superfici in calcestruzzo a vista devono essere protette sino al completamento dell'opera.

L'accettazione estetica dei getti è a insindacabile giudizio della D.A e D.L. eventuali demolizioni e ricostruzioni sono ad esclusivo onere dell'Appaltatore.

8 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Il presente capitolo definisce le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere di carpenteria metallica.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge e dai documenti di contratto.

La lavorazione comprende i cicli di verniciatura, il montaggio in officina, la predisposizione dei sistemi di ancoraggio, il trasporto, i mezzi d'opera per il sollevamento e la posa in opera delle strutture, le opere provvisoriale, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

8.1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

Le opere in appalto comprendono l'esecuzione di:

- fusto della Torre;
- solai in travi rastremate in composizione saldata;
- copertura in travi reticolari;
- montanti con struttura mista acciaio/calcestruzzo;
- scale esterne ed interne Torre;
- scale, strutture e opere minori edificio;
- piastre, bullonerie, accessori e sigillanti per i collegamenti strutturali;
- inghisaggi, barre, ancoraggi con impiego di malte reoplastiche antiritiro, ancoranti chimici;
- trattamenti protettivi alla corrosione e verniciature, compresi ritocchi in opera;
- test di compatibilità fra i prodotti vernicianti e quelli impiegati per l'incollaggio dei pannelli fotovoltaici in copertura;
- campionature e mock up;
- tutte le opere provvisoriale;
- tutte le prove e le assistenze necessarie alle attività di controllo e collaudo;
- tutte le forniture, le lavorazioni e gli oneri necessari a dare le opere compiute a regola d'arte e funzionali.

Le strutture saranno realizzate secondo le tipologie e dimensioni indicate in progetto.

8.2 PRESCRIZIONI GENERALI

L'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008, della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» e della norma UNI EN 1993:05 - Eurocodice "Progettazione delle strutture di acciaio".

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» dell'Ord. P.C.M. n° 3519 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire tutte le prestazioni elencate nel contratto di appalto per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli elaborati progettuali, in particolare quanto segue:

- l'accettazione scritta della relazione di calcolo redatto dal calcolatore delle strutture della Committente ai sensi dell'art. 1 della Legge 5.11.1971 n.1086;
- relazione finale del direttore del cantiere;
- il progetto strutturale esecutivo di officina completo di ogni dettaglio;
- la progettazione delle metodologie di montaggio e loro chiarificazione a mezzo di relazione scritta;
- le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati dalla D.L.;
- la fornitura delle strutture in acciaio prefabbricate in officina;
- il trasporto dai luoghi di produzione a quelli di installazione;

- il montaggio delle strutture in acciaio;
- le piastre di base complete di tirafondi o di qualsiasi altro sistema di connessione alle strutture;
- tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture;
- gli elettrodi per l'esecuzione delle saldature in officina;
- l'assistenza durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici accessori nelle strutture esistenti, quali piastre, tirafondi, mensole di sostegno;
- i trattamenti di protezione alla corrosione, da eseguirsi in officina, compresi ritocchi in opera;
- l'esecuzione di tutte le prove sui materiali e sulle opere, secondo le prescrizioni di legge e le richieste della D.L. e del Collaudatore;
- l'esecuzione di tutte le prove di carico richieste, secondo le prescrizioni legislative e secondo le richieste della D.L.;
- quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale dei lavori, all'Appaltatore è richiesto di sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni e i calcoli eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

8.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali metallici devono essere qualificati: la marcatura deve essere leggibile ed il produttore deve accompagnare ogni fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione di qualificazione di ogni prodotto fornito. Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10080:	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
UNI EN 10025:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 10210:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
UNI 10219:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate
UNI EN 10163/1/2/3:2005.	Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo
UNI EN ISO 1460:1997	Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area.
UNI EN ISO 1461:2009	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova

I materiali metallici in generale devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente in fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi devono risultare, all'analisi chimica, esenti da impurità e sostanze anomale e inoltre la loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare la corretta riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni. Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle norme europee vigenti.

Gli acciai da costruzione non contemplati dalle presenti specifiche tecniche non possono essere impiegati in nessun caso.

8.4 CERTIFICAZIONI

8.4.1 Certificazioni prodotti

Tutti i prodotti forniti dall'Appaltatore devono presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo ed essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. La marchiatura deve risultare depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

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

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prescritta da D.M.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del DM 14.01.2008 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

I certificati di prova emessi da laboratori incaricati, di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche di cui ai paragrafi : 11.3.2.11, 11.3.2.12, e 11.3.4.10.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

8.4.2 Certificazioni elementi strutturali

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di cui sopra e dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata in aggiunta alla documentazione di cui al punto 11.3.1.5, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento e dall'attestato di cui sopra.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il Direttore dei Lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere e in officina tutti i controlli che ritenga opportuni.

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

8.5 PROVE E COLLAUDI

8.5.1 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio devono essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni. A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo. Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessario, tarate e controllate

da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086. L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa. Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni devono essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

8.5.2 Prove sui materiali

I controlli in officina e in cantiere devono essere eseguiti a cura del Direttore dei lavori o del tecnico responsabile della fabbricazione. E' facoltà della D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sulle opere eseguite.

L'accertamento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono essere conformi alle prescrizioni delle norme:

- UNI EN ISO 337:99- Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;
- UNI 552:86 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;
- UNI EN 10002-1:04 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente;
- UNI EN 10045-1:92 Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova;
- UNI EN ISO 7438:05- Materiali metallici. Prove di piega;
- UNI EN 10276: Analisi chimica dei materiali ferrosi;
- UNI EN 1011: Prove di qualificazione dei processi di saldatura.

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

8.5.3 Prove sulle saldature

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14.01.2008. I controlli saranno eseguiti presso Istituti indicati dalla Direzione Lavori da operatori qualificati almeno di secondo livello secondo UNI EN 473:2008-11. I relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Il controllo della saldabilità degli elementi da unire e della qualità degli elettrodi impiegati, deve essere eseguito su almeno tre campioni lunghi 50 cm prelevati da membrature. Questi saranno tagliati a metà lunghezza, convenientemente preparati e saldati alla presenza della D.L., facendo uso degli elettrodi di cui si è previsto l'impiego.

Dette prove possono essere omesse se si impiegano elettrodi omologati secondo la norma UNI EN ISO 2560:10.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista. Le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità saranno conformi alle prescrizioni della EN 12062.

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

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

8.5.4 Controlli in corso d'opera

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa deve essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali deve esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa deve redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. La Direzione Lavori deve inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

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

Il grigliati forniti in opera, previa verifica del loro dimensionamento con metodo tabellare sui dati forniti dal produttore, devono ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11002-1-2-3. Il fornitore/posatore del grigliato deve certificare la rispondenza della classe e della portata delle opere eseguite alle norme UNI citate.

8.5.5 Piani di controllo

La Stazione Appaltante si riserva di individuare un Ente terzo con provata esperienza nel settore delle carpenterie metalliche al quale assegnare funzioni ispettive di controllo delle attività e di impostazione dei piani di controllo qualità che dovranno essere predisposti dall'Appaltatore sia per le attività in officina (taglio, saldatura e verniciatura delle lamiere) sia per quelle in cantiere (assiemi e riprese di verniciatura). L'appaltatore si impegna già sin d'ora a dare libero accesso ai propri locali al personale dell'Ente che sarà designato dalla S.A. e comunicato per iscritto.

8.5.6 Collaudo

A fine lavori si procederà al Collaudo Ufficiale delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

Ai fini dell'accettazione finale tutte le opere di carpenteria metallica devono essere rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.), alle indicazioni riportate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici allegati alla denuncia delle opere, in ottemperanza alla Legge 1086/7.

L'Appaltatore è tenuto a sottostare, sostenendone le spese, alle normali verifiche ed alle prove statiche dei lavori compiuti per dimostrare la buona esecuzione, la resistenza la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. Sarà pure a carico dell'Appaltatore, e compreso nel prezzo dell'appalto, l'onere relativo all'esecuzione delle prove di carico.

Il collaudo statico dell'opera e le relative prove di carico devono rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. 14.01.2008.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, devono essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

Durante il collaudo verrà verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze riportate nelle presenti specifiche tecniche. Tutte le strutture devono essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali, con spigoli vivi o smussati. Nel caso in cui le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare, a sua cura e spese, le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore deve consentire alla D.L. e al Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e deve prestare, a sua cura e spese, tutta l'assistenza richiesta.

Se richiesto dalla D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie, ecc.), sia in corso d'opera che in fase di collaudo finale.

Le prove saranno integrate con un programma specifico di controllo delle saldature da attuare con metodi correnti quali ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti.

8.6 TOLLERANZE

Le tolleranze materiali ammesse sono le seguenti:

- Spessori 0 mm;

Le tolleranze opere ammesse sono le seguenti:

- Dimensioni ± 1 mm;
- Posizioni ± 1 mm.

La tolleranza sulla lunghezza della lamiera deve essere inferiore a 2 mm; il taglio sulla lunghezza deve essere in squadra con una tolleranza che non supera un angolo di $\pm 1^\circ$ di fuori squadra; non sono ammesse deformazioni di nessun tipo dovute al taglio.

Resta inteso che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare.

Qualora non fossero rispettate le tolleranze sopra indicate le opere eseguite non saranno accettate. Esse devono essere ripristinate in conformità al progetto a cura e spese dell'Appaltatore. Non saranno ammessi ritardi per rifacimenti/demolizioni e ricostruzioni.

8.7 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

8.7.1 Acciaio S355J2

I vari elementi e le lamiere che formeranno le opere strutturali, secondo le indicazioni del progetto, con acciaio per costruzioni in carpenteria metallica tipo S 355 J2 conforme alla norma UNI EN 1993/2005, Eurocodice 3.

Acciaio per costruzioni tipo S355 J2 secondo UNI EN 1931-1 e UNI EN 10025 .

Caratteristiche tecniche:

- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 510$ Mpa
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 355$ MPa
- Allungamento a rottura ≥ 12 %
- Modulo elastico normale $E = 210$ GPa

8.7.2 Acciaio alto resistente S460 NH

Carpenteria metallica colonne (base e sommità) in acciaio altoresistente tipo S460 NH, secondo UNI EN 1993-1-1 e UNI 10025-2.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 560$ MPa
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 460$ MPa
- Allungamento a rottura ≥ 12 %
- Modulo elastico normale $E = 210$ GPa

8.7.3 Acciaio altoresistente S460 in barre per sartie stralli e controventi

Acciaio altoresistente tipo S460, secondo UNI EN 1993-1-1 e UNI 10025-2.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 610$ MPa
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 460$ MPa
- Allungamento a rottura ≥ 12 %
- Modulo elastico normale: $E = 205$ GPa

Barre, saldabili, con filettatura di tipo metrico, destra e sinistra, complete di forcelle, spade, perni manicotti e tenditori. Le forcelle zincate a caldo saranno collegate profili e lamiere in acciaio S355.

Dopo il processo di filettatura e zincatura i filetti devono essere spazzolati e puliti per rimuovere lo strato eccessivo di zinco.

I tiranti esterni, tipo Macalloy 460 M65 sono pretensionati con 550 kN, mentre, quelli inferiori tipo Macalloy 460 M48, sono pretensionati con 300 kN.

8.7.4 Acciaio inossidabile per scala esterna

Acciaio inossidabile tipo X2CrNiMo17-12-2 secondo EN 10088/3 (AISI 316 L).

Caratteristiche tecniche:

- | | |
|---|---------------------------------|
| - Tensione caratteristica di rottura: | $R_m \geq 500 \text{ MPa}$ |
| - Tensione caratteristica di snervamento: | $R_{p0.2} \geq 200 \text{ MPa}$ |
| - Modulo elastico normale: | $E = 200 \text{ GPa}$ |
| - Densità: | $\rho = 80 \text{ kN/m}^3$ |

8.7.5 Elementi di collegamento

Bulloni zincati ad alta resistenza, classe 10.9 secondo UNI EN ISO 4016/02, UNI EN ISO 898-1/01 e UNI 5592/68.

Caratteristiche tecniche:

- | | |
|--|--------------------------------|
| - tensione nominale di rottura per trazione: | $f_{ub} \geq 1000 \text{ MPa}$ |
| - tensione nominale di snervamento: | $f_{yb} \geq 900 \text{ MPa}$ |

8.7.6 Malta cementizia espansiva

Malta cementizia espansiva, dotata di marcatura CE, applicabile mediante collaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione o per inghisaggi. La malta deve essere caratterizzata da elevata fluidità e capacità di scorrimento per garantire il riempimento degli spazi sottopiastra e dei fori di inghisaggio, elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio e resistenza ai fenomeni di fatica.

Le prestazioni ottenute con una consistenza di 260 -270 mm, valutate secondo la norma UNI EN 12395/1, devono essere le seguenti:

- | | |
|--|----------------------------------|
| - adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 a taglio | $> 6 \text{ MPa}$ |
| - modulo elastico UNI EN 13412 | $28.000 (\pm 2000) \text{ MPa}$ |
| - resistenza a compressione UNI EN 12190 | $28 \text{ gg} > 75 \text{ MPa}$ |
| - resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 | $28 \text{ gg} > 9 \text{ MPa}$ |

8.7.7 Resine per inghisaggi

Resina vinilestere ibrida bicomponente ad elevate prestazioni, non contenente stirene, composta da leganti organici a base di resine, cariche minerali ed additivi in grado di incrementare le caratteristiche chimico-fisiche. Prodotto dotato di benessere tecnico europeo (ETA) e marcatura CE.

Caratteristiche qualitative:

- insensibilità all'umidità e all'acqua dopo la posa;
- ridotti fenomeni di ritiro in fase di polimerizzazione;
- viscosità calibrata;
- ottima tixotropia;
- non infiammabile, punto di infiammabilità $> +100^\circ\text{C}$;

Prima dell'inizio dei lavori, con conveniente anticipo, l'Appaltatore deve presentare alla D.L., per approvazione, la scheda tecnica del prodotto che intende utilizzare.

Per la posa in opera l'Appaltatore farà riferimento, scrupolosamente, alle istruzioni allegate al prodotto.

8.8 DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, devono essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- la lunghezza di taglio di tutti gli elementi;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori di ogni elemento impiegato nelle connessioni.
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina devono essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa deve, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

8.8.1 Identificazione degli elementi

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, deve fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti le strutture da porre in opera.

Le varie parti delle strutture da montare devono essere marcate con marchi bulinati in posti facilmente visibili e determinati in collaborazione con la D.L. Le stesse marcature devono essere riportate sui disegni di officina.

8.8.2 Controllo in cantiere

Nella fornitura oggetto delle presenti specifiche, si comprende il controllo dell'area di cantiere al fine di accertarne la rispondenza al progetto e valutarne l'effettiva e sicura agibilità con i mezzi ed il personale d'opera, il controllo delle quote e del posizionamento degli accessori alle strutture d'acciaio, la disponibilità di tutte le apparecchiature ed i mezzi di servizio necessari, nonché tutte le installazioni e le disposizioni di sicurezza necessari ed obbligatori per il funzionamento del cantiere.

Tutti i componenti che perverranno al cantiere devono essere dotati di marcatura o di cartellino identificativo di posizione e riferimento nel disegno ed in opera. L'Appaltatore deve fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante la giacenza in cantiere, il loro trasporto, il sollevamento e il collocamento in opera, i manufatti devono essere convenientemente protetti dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli. E non devono subire guasti o lordure. L'Appaltatore deve prestare particolare cura durante il trasporto degli elementi, per mantenere perfettamente integra la finitura superficiale. Qualsiasi danneggiamento degli elementi avvenuto in fase di trasporto o di montaggio, deve essere rapidamente ripristinato a cura e spese dell'Appaltatore.

Ad assemblaggi completamente conclusi, è previsto che l'Appaltatore metta a disposizione a sua cura e spese il personale idoneo a ritoccare quelle parti delle strutture eventualmente danneggiate durante l'esecuzione delle lavorazioni, avendo cura di proteggere tutte le opere circostanti.

Le saldature devono essere continue, non sono ammesse saldature puntuali, irregolari. Eventuali irregolarità devono essere eliminate mediante fresatura. Correzioni su superfici finite non saranno accettate. In caso di necessità tutto l'elemento deve essere rilavorato o sostituito.

8.8.3 Lavorazioni in officina

Le lavorazioni devono essere condotte da personale qualificato e con l'uso di attrezzature e macchinari idonei.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati. Inoltre è pienamente

responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dalle presenti specifiche tecniche.

In particolare devono essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

- lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
- saldatura;
- tecniche esecutive di saldatura;
- ispezioni e collaudi;
- marcatura e spedizione dei pezzi.

8.8.4 Tagli e finiture

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. E' ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice.

8.8.5 Forature

I fori per i bulloni devono essere preferibilmente eseguiti con trapano. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano tronconico formato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo, che sarà poi ottenuto allargando il foro a mezzo trapano e alesatrice. È assolutamente vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori destinati ai bulloni.

I pezzi destinati ad essere bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori. Ove richiesto filettare i fori a madre vite.

8.8.6 Saldature

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

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali devono essere qualificati secondo UNI EN 287-1:07 da parte di un Ente terzo. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati devono essere certificati secondo UNI EN 1418:1999.

L'esecuzione sarà conforme alle specifiche appositamente redatte dall'Istituto Italiano della Saldatura. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Le caratteristiche dimensionali e costruttive delle saldature devono corrispondere ai disegni di officina approvati dalla D.L.

Le saldature a completo ripristino della sezione devono essere seguite in conformità secondo UNI EN ISO 4063:2011, UNI EN 1011-1:2009. Le saldature a completo ripristino sono da preferire alle saldature a cordone d'angolo.

Nell'esecuzione delle saldature devono inoltre essere seguite le prescrizioni della UNI EN 1011-2 :2005 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692:2005.

L'Appaltatore deve porre particolare attenzione nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione. In tale senso sarà obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norme UNI EN ISO 13920/2000 e UNI EN ISO 9692:2005.

8.8.7 Assemblaggio tramite saldatura in officina

Tutti gli assemblaggi formati tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO2 o sue miscele;

- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato deve rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI EN ISO 2560:2010 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati devono essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata.

8.8.8 Raddrizzamento e spianamento

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere eseguiti esclusivamente con dispositivi agenti per pressione. Devono sempre essere rispettate le prescrizioni di norma.

8.9 MONTAGGIO

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto deve essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature fornite dall'Appaltatore e verrà condotto sotto la sua piena e incondizionata responsabilità, secondo la progressione temporale prevista in programma. Il personale responsabile del cantiere deve possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.

Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro devono garantire la sicurezza e l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

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

L'Appaltatore deve fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si deve porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento devono essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a pie d'opera, devono essere trattate in officina con sabbatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si deve controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture deve essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari deve essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si deve procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si deve procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura deve risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi. Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo deve essere esteso a tutti i bulloni. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa deve effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

8.9.1 Accoppiamento in cantiere

Tutti gli accoppiamenti in cantiere devono essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti e solamente per bullonatura. Si fa esclusione categorica di eseguire saldature, anche provvisorie in sede di montaggio. Di regola il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Gli accoppiamenti saranno eseguiti con bulloni di Classe 8.8, classe 10.9 e dadi 6S e 8G (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN 14399:2005), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN 10083:2006 temprato e rinvenuto HCR 32 - 40.

Nelle giunzioni ad attrito devono essere impiegati bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 10.9; viti e dadi devono essere associate come prescritto dalle norme tecniche vigenti; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre devono essere conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

In particolare l'Impresa deve attenersi alle seguenti disposizioni:

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche 14.01.2008;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro devono essere asportate mediante molatura locale;
- i bulloni ad alta resistenza non devono avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato deve essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, devono essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

8.9.2 Saldature in opera

Qualora fosse necessaria l'esecuzione di saldature in opera, queste devono sempre avere autorizzazione scritta da parte della D.L. ed essere perfettamente rispondenti alle norme di corretta esecuzione; devono presentare caratteristiche meccaniche di resistenza pari a quelle eseguite in officina.

Nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione è obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norme UNI EN ISO 13920/2000 e UNI EN ISO 9692/2005.

Le saldature in opera potranno essere eseguite solamente se previste sul progetto e a temperatura non inferiore a 0°C. Per saldature manuali devono essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua.

Ogni saldatura eseguita deve essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato.

Ogni saldatore deve essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e deve essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

La D.L. si riserva la facoltà di procedere a controlli delle strutture montate per i quali l'Appaltatore deve mettere a disposizione quanto serve per rendere possibili i controlli stessi.

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare pretese economiche di qualsiasi

genere. Al termine delle lavorazioni la continuità e l'integrità del trattamento protettivo devono essere ripristinate secondo specifico ciclo di verniciatura di cui al paragrafo seguente.

8.10 VERNICIATURE

8.10.1 Prescrizioni generali

Il produttore dovrà essere certificato ISO 9002. Tutte le superfici delle strutture in acciaio, escluse quelle in acciaio inossidabile, devono essere protette dalla corrosione mediante i cicli di verniciatura definiti nel presente paragrafo. I cicli di verniciatura, preceduti da una accurata preparazione delle superfici, devono essere effettuati:

- in officina, a lavorazione ultimata sulle superfici interne ed esterne delle
- in opera, ad avvenuto completamento del montaggio

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. le specifiche tecniche di progetto del sistema di verniciatura. Il documento tecnico, in conformità alla norma UNI EN ISO 12944-8 dovrà definire:

- la preparazione della superficie e il sistema di verniciatura protettiva da applicare, in conformità alle specifiche di progetto;
- modalità di esecuzione dei lavori di verniciatura in officina e in loco;
- modalità d'intervento per la ripresa e la riparazione dei cicli di verniciature al termine delle opere di montaggio;
- modalità di ispezione e valutazione delle opere di verniciatura;
- programma di manutenzione.

8.10.2 Ciclo di verniciatura per superfici esterne

Tutte le strutture metalliche di progetto, con destinazione d'uso negli ambienti esterne saranno trattate in officina a lavorazione ultimata, con un ciclo di protezione e verniciatura per ambienti aventi classe di corrosività atmosferica C5M secondo norma UNI EN ISO 12944-2 e prestazioni ISO 20340. Tutte le superfici devono essere accuratamente smussate con raggio di curvatura minimo di 3 mm e accuratamente pulite e sgrassate mediante lavaggio ad umido, spazzolatura e aspirazione. Sabbiatura grado Sa 2,5 secondo Swedish Standard.

Prima di procedere con i trattamenti di verniciatura deve essere verificata la compatibilità dei prodotti con le colle impiegate per il fissaggio dei pannelli fotovoltaici in copertura.

Finitura, tinta e gloss secondo indicazione del progetto architettonico.

Il sistema di verniciatura tipo S 7.09 secondo ISO 12944-5 prevede il seguente ciclo di applicazione:

Strato	Prodotto/Tipo	D.F.T. microns	Applic.	Pot Life ore	Sovra Vernic ore	Colori
Stripe coat	Primer zincante ad alto tenore di zinco > 95%	n.v.	A - P	16	24 h	Colori diversi per singola mano
1°	Primer zincante ad alto tenore di zinco > 95%	60	A - P	16	24 h	
Stripe coat	Intermedio bicomponente epossipoliamidico contenente miox	n.v.	A - P	8	24 h	
2° - 3°	Intermedio bicomponente epossipoliamidico contenente miox	170 ÷ 200	A - P - R	8	24 h	
Stripe coat	Finitura poliuretana fluorurata,	n.v.	A - P - C	4	4 h	

	solidi in volume > 60%					Colore NCSS
4°	Finitura poliuretanica fluorurata, solidi in volume > 60%	50	A - P - R - C	4	4 h	
Totale d.f.t.		280 ÷ 315				

n.v.: non valutabile

I prodotti vernicianti, come specificato nelle schede tecniche, saranno applicati mediante :

- A: Airless
- P: Pennello
- C: Spruzzo convenzionale
- R: Rullo

L'applicazione sarà eseguita solo con le seguenti condizioni ambientali:

- Temperatura dell'aria 5 °C ÷ 40 °C
- Temperatura della superficie +3°C sopra il punto di rugiada
- Umidità relativa ≤ 85%

8.10.3 Ciclo di verniciatura per superfici interne

Tutte le strutture metalliche interne saranno trattate in officina a lavorazione ultimata.

Il sistema di verniciatura S 7.09 secondo ISO 12944-5 prevede il seguente cicli di lavorazioni:

Strato	Prodotto/Tipo	D.F.T. microns	Colore
Stripe coat	Primer zincante ad alto tenore di zinco > 95%	n.v.	Colori diversi per singola mano
1°	Primer zincante ad alto tenore di zinco > 95%	60	
2°	Fondo epossidico bicomponente (mist coat) all'acqua o a solvente	60	
Stripe coat	Finitura epossisilossanica a basso tenore di solventi < 6%i	n.v.	Bianco o grigio chiaro
3°	Finitura epossisilossanica a basso tenore di solventi < 5%	80	
	Totale d.f.t.	200	

n.v.: non valutabile

8.10.4 Modalità di esecuzione

8.10.4.1 Preparazione delle superfici

Scopo della preparazione è quello di:

- eliminare meccanicamente difetti e/o situazioni non compatibili con la successiva verniciatura;
- tutte le superfici devono essere smussate con raggio minimo di 3 mm;
- pulire le superfici ed i cordoni di saldatura da elementi estranei come ruggine, calamina, scorie di saldatura, creare un idoneo profilo di rugosità per consentire un'adesione ottimale;
- sgrassare e pulire le superfici da imbullonare.

I metodi utilizzati in officina per la preparazione delle superfici sono i seguenti:

- molatura delle saldature (scorie, gocce, spigoli vivi, ecc.);
- sgrassaggio delle zone unte con detersivi alcalini seguito da risciacquo con acqua dolce;
- sabbiatura in tunnel automatico al grado SA 2½ secondo lo standard ISO 8501, ottenuta con graniglia metallica prevalentemente spigolosa.

Le superfici devono presentarsi prive di ruggine, calamina e con un profilo superficiale uniformemente ruvido avente

una rugosità superficiale pari a $40 \div 50$ micron.

I pezzi sabbiati devono essere mantenuti in ambiente asciutto per un massimo di 6 ore fino all'applicazione della prima mano di primer.

Soffiatura delle superfici con getto di aria compressa deumidificata e disoleata per eliminare residui di polvere.

8.10.4.2 Pretrattamenti

Tutte le superfici dovranno essere pretrattate.

Tutti gli spigoli e gli angoli esterni aguzzi delle lamiere e sezioni devono essere molati per eliminare eventuali sbavature che possano compromettere la continuità dello strato protettivo.

Le scorie e gli schizzi di saldatura visibili devono essere rimossi, in accordo con BS 5400 Part 6. Ogni contaminazione da olio o grasso deve essere rimossa mediante pulizia ad umido senza l'impiego di petrolio, kerosene, nafta o altri solventi grassi.

8.10.4.3 Sabbiatura

Sabbiare a metallo quasi bianco di grado Sa 2 $1/2$ secondo standard Svensk Standard SIS, specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); gli abrasivi impiegati devono essere fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| - Profilo di rugosità: | Grado medio (G) UNI EN ISO 8503 |
| - Temperatura della superficie: | +3°C sopra il punto di rugiada |
| - Umidità relativa: | ≤ 85% |

A sabbiatura ultimata, procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate non devono subire umidità e devono essere trattate con prodotto zincante entro le successive 8 ore, prima che si formi un qualsiasi principio di ruggine. Nel caso si verifichino formazioni di ruggine prima del trattamento zincante, la sabbiatura deve essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

8.10.4.4 Attrezzature e modalità operative

Il lavoro dovrà essere affidato ad un Appaltatore qualificato che possieda buone conoscenze tecniche, una valida organizzazione, mezzi adeguati alla tipologia di lavoro da eseguire ed operai specializzati.

Le pitture devono essere applicate secondo le prescrizioni del produttore e riportate sulle schede tecniche.

Ciascuna mano dovrà essere applicata allo spessore richiesto e l'operatore dovrà disporre di spessimetri ad umido per orientarsi in tal senso.

L'applicazione deve essere fatta utilizzando una pompa "AIRLESS" ad alta pressione.

Gli ugelli da utilizzare per la spruzzatura della vernice devono essere di diametro appropriato in funzione del tipo di vernice, delle dimensioni delle superfici da pitturare.

L'applicazione del primo strato di vernice deve essere effettuata subito dopo il completamento delle operazioni di preparazione delle superfici.

L'applicazione delle mani successive deve essere fatta rispettando i tempi di sovraverniciatura previsti nelle schede tecniche del prodotto, ciascuna mano dovrà essere essiccata prima di applicare la mano successiva. Anche se molte pitture possono essere sovrapplicate a distanza di tempo è buona norma non lasciare passare più di 24-48 ore, per evitare che tra strati restino intrappolati inquinanti esterni.

Nelle zone d'angolo e sugli spigoli vivi prima della verniciatura airless, sarà eseguita una passata manuale a pennello o rullo di primer.

Per le zone d'ombra non completamente raggiungibili con la spruzzatura, deve essere eseguita preliminarmente una passata a pennello o rullo per ogni singola mano di vernice.

L'applicazione non deve evidenziare colature e sgocciolamenti, che devono essere tempestivamente eliminati, con pennello a film ancora bagnato.

La diluizione, qualora necessaria, deve rientrare nelle percentuali previste nelle schede tecniche dei prodotti.

Dopo l'applicazione dell'ultimo strato di finitura il supporto deve presentarsi completamente ricoperto, di tonalità omogenea e di aspetto uniforme.

8.10.4.5 Riparazione e ripresa dei cicli di verniciatura

A montaggio completato, sia in officina che in cantiere, saranno eseguiti i ripristini delle superfici, interessate da unioni saldate o bullonate, abrasioni, danneggiamenti, graffi, screpolature e in generale ove le caratteristiche del ciclo di verniciatura non risultino conformi a quanto prescritto dagli elaborati di progetto e dalle clausole contrattuali.

Le riparazioni e le riprese dei cicli di verniciatura dovranno essere eseguite con le seguenti modalità:

- spazzolatura manuale o meccanica sino a grado C St 3, secondo standard SSPC (Steel Structures Painting Council);
- rimozione di eventuali slabbrature di vernice con una spatola da carrozzieri, rifinitura dei con carta vetrata a grana media 120 ÷ 160;
- sgrassaggio con solvente di macchie di olio, grasso, ecc. dalle superfici;
- lavaggio con acqua di macchie di fango, terra, accumuli di polvere;
- sgrassaggio accurato delle giunzioni bullonate, (in modo particolare i bulloni) con solvente;
- soffiatura delle superfici con getto di aria compressa,
- le giunzioni bullonate dovranno essere accuratamente pulite, i bulloni dovranno essere sgrassati;
- applicazione del ciclo di verniciatura in opera.

La protezione alla corrosione deve essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura, dopo la completa asportazione di ossidi e polveri.

Per le sole strutture assemblate e saldate in opera, dopo l'esecuzione dei ripristini, si procederà all'applicazione della mano finale di vernice previa adeguata pulizia e lavaggio con acqua dolce delle superfici da trattare.

8.10.5 Controlli sulle opere di verniciatura

Ogni fase del lavoro deve essere supervisionata. La supervisione deve essere svolta da persone con la qualifica e l'esperienza necessarie. L'Appaltatore è direttamente responsabile della supervisione delle opere di verniciatura sia in officina che in cantiere.

Per ogni elemento principale della struttura dovranno essere individuate le "aree di riferimento" ossia le superfici campione sulle quali saranno valutate la qualità dei lavori di preparazione della superficie e di verniciatura.

Prima di procedere all'applicazione della fase successiva, ogni fase di preparazione e di verniciatura deve essere approvata come conforme alla specifica e al Piano di qualità.

Le aree di riferimento devono essere situate in modo da tenerne conto, per esempio collocandole sia nell'ambiente potenzialmente più mite, sia in quello più severo. Le aree di riferimento devono includere saldature ed altre giunzioni, spigoli, angoli e ogni altra area della struttura che si ritiene presenti un elevato rischio di corrosione.

L'impresa applicatrice deve marcare le aree di riferimento in modo chiaro e permanente.

Il Committente si riserva di effettuare, a sua discrezione, controlli su ogni fase dei lavori di verniciatura.

8.10.5.1 Controllo sui prodotti vernicianti prima dell'applicazione

Il controllo di tipo visivo del prodotto liquido dovrà accertare che il prodotto verniciante nel contenitore si presenti privo di alterazioni irreversibili, quali gelatinizzazione della massa, sedimento duro indisperdibile, geletti di resina o grumetti di pigmento non dispersibili, pelle superficiale.

8.10.5.2 Controlli sulla preparazione delle superfici

Il controllo di tipo visivo sulla preparazione delle superfici dovrà accertare che sia stato correttamente realizzato quanto previsto.

L'accertamenti delle condizioni ambientali ed atmosferiche si effettuano mediante termometri e igrometri.

Per quanto riguarda l'aspetto applicativo vero e proprio fa testo la scheda tecnica del fornitore.

In particolare si effettueranno le seguenti verifiche:

- che l'applicatore corrisponda a quello dichiarato;
- che sia utilizzato il diluente prescritto e in corretta percentuale;
- che siano utilizzate le apparecchiature di applicazione prescritte;
- che siano rispettati i tempi di sovrapplicazione.

Il controllo del film umido dei vari strati durante l'applicazione, evita discussioni e contestazioni all'atto della misura dello spessore secco del ciclo, e l'eventuale applicazione di successivi strati supplementari.

8.10.5.3 Controlli sul film essiccato

I controlli sul ciclo di verniciatura sono effettuati non prima di 7 giorni dall'applicazione dell'ultimo strato.

Essi consistono in:

- esame visivo: il ciclo dovrà essere privo di colature, festonature, bolle, raggrinzimenti, macchie, disuniformità di tinta o di brillantezza.
- controllo spessore: lo spessore dovrà essere quello previsto dalla specifica; scostamenti, apparecchi e modalità di misurazione conformi alla norma UNI EN ISO 12444 o SSPC-PA2, "Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements"
- controllo aderenza: dovrà essere effettuata mediante strappo secondo ASTM D 4541 – ISO 4624 e dovrà essere superiore ad 1Mpa.

Gli spessori della pellicola secca (compreso lo spessore nominale e lo spessore massimo) devono essere controllati ad ogni fase critica, e quando l'intero ciclo è stato applicato. In particolare deve essere controllata verniciatura delle superfici di contatto delle giunzioni assemblate con bulloni autobloccanti.

Sono considerate fasi critiche eventuali cambi di responsabilità per i lavori di verniciatura o lunghi intervalli di tempo fra l'applicazione degli strati di fondo e quelli successivi.

8.10.5.4 Controllo di compatibilità incollaggio

L'approvazione del ciclo di verniciatura delle opere in carpenteria metallica è subordinato alla verifica della compatibilità dei prodotti vernicianti proposti con i prodotti adesivi impiegati per la posa in opera dei pannelli fotovoltaici in copertura. La compatibilità dei prodotti e il grado di resistenza dell'incollaggio devono essere attestati mediante certificati di laboratorio.

8.10.6 Programma di manutenzione

Per assicurare la fruibilità della struttura per tutto il periodo di riferimento (vita nominale) il programma deve prevedere una manutenzione ordinaria, da tenersi con cadenza regolare, e una manutenzione straordinaria, da effettuarsi quando si manifestino le condizioni previste dalle norme.

Le attività di manutenzione ordinaria devono ridurre, quanto più possibile, la propagazione dei fenomeni di corrosione privilegiando l'esecuzione di interventi puntuali e limitati, volti a ripristinare tempestivamente l'integrità delle zone soggette a fenomeni di innesco.

A tal fine il programma di manutenzione dovrà prevedere frequenti esami visivi delle superfici, da eseguirsi indicativamente con intervalli non superiori a 3 anni.

Gli interventi di ripristino devono essere effettuati in caso si riscontrino alterazioni del rivestimento protettivo quali: sfarinamenti, screpolature, vescicamento, danneggiamenti, ecc.

La manutenzione straordinaria sarà effettuata nel caso si manifestino le condizioni previste dalle norme UNI EN ISO 4628-3 e precisamente quando viene raggiunto il grado di arrugginimento Ri3 (1% della superficie della struttura) o nell'eventualità di particolari danneggiamenti al rivestimento protettivo.

Lo stato di un rivestimento di protezione può essere verificato secondo la UNI EN ISO 4628 (parti da 1 a 6).

9 OPERE IN CARPENTERIA LIGNEA

Si definiscono le caratteristiche tecniche e le modalità di fornitura dei pannelli in legno stratificato x-lam per l'esecuzione di impalcati aventi funzioni strutturali.

Tutte le lavorazioni necessarie alla realizzazione delle opere devono essere eseguite, con idonei mezzi, da personale specializzato in conformità a tutti agli elaborati di progetto, nel pieno rispetto delle normative vigenti e dell'Eurocodice 5.

Gli elaborati di cantierizzazione, a cura ed onere dell'Impresa, completi di ogni dettaglio e delle metodologie di montaggio devono essere sottoposti all'approvazione della D.L.

9.1 DEFINIZIONE DELLE OPERE

L'orizzontamento del solaio della cabina di controllo sarà realizzata in pannelli in legno multistrato, X-lam, posti in opera in spessore alle travi di acciaio dell'impalcato.

9.2 PRESCRIZIONI GENERALI

9.2.1 Certificazione, marchiatura e documentazione di accompagnamento

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

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 dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

I prodotti qualificati devono essere costantemente riconoscibili per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibili allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, conforme alla relativa norma armonizzata.

La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Qualora, nel corso dei processi di lavorazione l'unità marchiata (pezzo singolo o lotto) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marchiatura del prodotto, è responsabilità dell'Appaltatore documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

L'Appaltatore deve assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marchiature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

9.3 ACCETTAZIONE DEGLI ELEMENTI LIGNEI LAVORATI

Ogni fornitura deve essere accompagnata, a cura del produttore, dalle certificazioni e documentazioni sopra descritte. Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

Il Direttore dei lavori procederà alla verifica della buona esecuzione dei semilavorati, della omogeneità della fornitura, al controllo della conformità ai criteri di accettazione di cui al paragrafo 11.1 e 11.7.10 delle Norme tecniche.

Ogni fornitura deve essere accompagnata, a cura del produttore, da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera. Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

Nell'ambito della propria discrezionalità, il Direttore dei lavori potrà inoltre far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale, secondo le metodologie di prova indicate nella Norme tecniche. Sono abilitati ad effettuare le prove ed i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.

380/2001 e gli organismi di prova abilitati ai sensi del DPR n. 246/93 in materia di prove e controlli sul legno.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi al progetto costruttivo, alle campionature approvate o privi di inequivocabile e completa documentazione di identificazione, qualificazione e certificazione.

9.4 IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI

Tutti gli elementi semilavorati forniti devono essere siglati e numerati per consentire una inequivocabile identificazione della corrispondenza fra elemento semi-lavorato e elemento costruttivo finito.

Una distinta riepilogativa di tutti gli elementi e della loro sigla di identificazione deve essere prodotta in tre copie su supporto cartaceo e magnetico, (file con estensione DWG o DXF) secondo le disposizioni e le codifiche impartite dalla D.L. o dai documenti contrattuali.

9.5 ELABORATI DI CANTIERE

L'Appaltatore, con congruo anticipo, deve sottoporre all'approvazione della D.L. gli elaborati costruttivi, completi di ogni dettaglio, le specifiche tecniche relative alle metodologie di posa e le campionature di tutti i materiali e gli accessori impiegati nell'esecuzione delle opere.

Gli elaborati costruttivi devono descrivere e verificare tutti gli elementi di collegamento in acciaio.

L'Appaltatore ha piena responsabilità della fornitura, della corretta predisposizione di piastre, sistemi di ancoraggio e di tutte le opere occorrenti alla successiva fase di montaggio e finitura delle strutture lignee.

9.6 CONTROLLO IN CANTIERE

Nella fornitura oggetto delle presenti specifiche, si comprende il controllo dell'area di cantiere al fine di accertarne la rispondenza al progetto e valutarne l'effettiva e sicura agibilità con i mezzi ed il personale d'opera, il controllo delle quote e del posizionamento degli accessori alle strutture in legno, la disponibilità di tutte le apparecchiature ed i mezzi di servizio necessari, comprese autogru, nonché tutte le installazioni e le disposizioni di sicurezza necessari ed obbligatori per il funzionamento del cantiere.

Tutti i componenti che pervengono al cantiere devono essere dotati di marcatura o di cartellino identificativo di posizione e riferimento nel disegno ed in opera.

9.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

9.7.1 Pannelli in legno multistrato a strati incrociati X-lam

Pannelli per solaio cabina di controllo.

Prestazioni secondo ETA-06/0138:

- Spessore:	95 mm
- Classe di servizio:	2
- Resistenza a flessione:	$f_{m,g,k} \geq 24.0$ MPa
- Resistenza a trazione	$f_{t,0,g,k} \geq 0.12$ MPa
- Resistenza a compressione	$f_{c,0,g,k} \geq 2.7$ MPa
- Resistenza a taglio	$f_{v,g,k} \geq 2.7$ MPa
- Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean} = 12$ GPa

I pannelli a base di legno per uso strutturale, derivati dal legno per uso strutturale per i quali non è vigente una norma armonizzata di cui al punto A del § 11.1 o non è applicabile quanto specificato al punto C del medesimo § 11.1 devono essere qualificati così come specificato al § 11.7.10.

10 ANTENNA

Il presente capitolo definisce le caratteristiche tecniche e prestazionali dell'antenna della Torre. Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore la progettazione, la realizzazione e la messa in opera dell'antenna, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. L'antenna deve essere dotata di un sistema di protezione ai fulmini e di luce di segnalazione Led. La progettazione oltre a deve definire l'aspetto architettonico, geometrico, strutturale ed impiantistico, comprende il Piano di Controllo della Qualità e il Piano di manutenzione. La lavorazione comprende inoltre i mezzi di sollevamento, le opere provvisorie, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

10.1 DEFINIZIONE DEI LAVORI

Le opere in appalto comprendono la progettazione, la produzione e l'installazione dell'antenna sul tetto della Torre. L'antenna, costituita da un'asta in fibra di carbonio, comprende:

- albero e base dell'asta;
- sistema di protezione ai fulmini;
- sistema di sicurezza anticaduta in caso di rottura dell'antenna;
- luce di segnalazione LED.

Caratteristiche dimensionali:

- altezza dell'asta dal tetto della torre. 30 m;
- diametro esterno alla base dell'asta: 280 mm;
- diametro massimo della testa dell'asta: 40 mm

Al suo interno l'asta deve contenere il cablaggio per la luce di segnalazione Led, posta sulla testa e orientata verso l'alto. La luce LED deve avere una durata non inferiore a 60000 ore.

La progettazione deve soddisfare i requisiti tecnico prestazionali di seguito descritti. Sono a carico ed onere dell'Appaltatore il Piano di qualità e il Piano di manutenzione, che dovrà comprendere i metodi di rimozione e riparazione del sistema illuminazione.

Le connessioni elettriche tra l'asta e la Torre devono essere definite e coordinate con il progetto degli impianti di protezione contro i fulmini e messa a terra.

10.2 PROGETTAZIONE

La progettazione dell'asta, effettuata sulla base dei cicli di fatica dovuti alle condizioni meteorologiche del sito, deve assicurare il soddisfacimento delle seguenti prestazioni:

- la deformazione della testa dell'asta deve essere di 2800 mm con un vento di 10m/s; i dati di progetto devono essere verificati con specifica analisi FEM di controllo;
- il ciclo di vita utile dell'asta, non deve essere inferiore a 25 anni;
- l'asta deve essere progettata per minimizzare gli interventi di manutenzione.

Compatibilmente al materiale impiegato e alle tecniche di realizzazione deve essere assicurata la massima flessibilità dell'asta.

Per accentuare la visibilità della deformazione sulla testa dell'asta la curvatura deve essere uniforme e costante partendo dalla base.

Devono essere adottate misure adeguate per ridurre al minimo il rischio di corrosione galvanica tra materiali diversi e particolari accorgimenti dovranno essere previsti per il sistema di ancoraggio alla base dell'asta.

Deve essere predisposto un sistema di sicurezza che, in caso di rottura, impedisca la caduta a terra dell'asta.

L'antenna deve essere dotata di un sistema di protezione ai fulmini di tipo aeronautico, il sistema deve essere integrato a protezione dello stesso.

Deve essere utilizzata una vernice appropriata con rivestimenti e protezione contro i raggi UV e la corrosione al fine di soddisfare i requisiti di durabilità e ridotta manutenzione.

Prima dell'inizio della realizzazione l'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della D.L. e D.A. :

- il progetto esecutivo completo dei calcoli i carichi a cui l'asta è sottoposta sotto effetto del vento;
- i test di prova che i materiali scelti e metodi di lavorazione siano adatti ai requisiti di progettazione.

Il Piano della qualità deve individuare tutte le attività di verifica, controllo e accettazione dei materiali, delle fasi di lavorazione e dello stato di avanzamento rispetto ai Programmi di progettazione, produzione e installazione.

10.3 REQUISITI PRESTAZIONALI E STRUTTURALI DELL'ASTA

10.3.1 Materiali

L'asta, in pezzo unico senza giunte in sezione ed in lunghezza, deve essere costruita in carbonio preimpregnato curato in autoclave.

Caratteristiche tecniche:

- modulo della fibra: 240 GPa
- temperatura di transizione: $T_g \geq 120^\circ$
- percentuale di aria: < 3%

La matrice in carbonio deve essere protetta dall'azione dei raggi UV mediante verniciatura, preferibilmente di colore chiaro. La tinta dello strato finale deve essere sottoposto ad approvazione estetica della D.A.

10.3.2 Carichi di esercizio

L'asta deve resistere a una velocità max del vento di 60 m/s

La base dell'asta deve essere progettata per resistere a carico di fatica a causa di raffiche di vento.

L'asta deve sopportare carichi d'urto di utensili a mano che ci si possono ragionevolmente prevedere durante il montaggio e la manutenzione.