

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

(art. 45, comma 3 e seguenti, regolamento generale, D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554)

Per l'esecuzione dei lavori di:

CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO (*Lotto 1*) E MANUTENZIONE STRAORDINARIA E CONSOLIDAMENTO DELLE BANCHINE DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI (*Lotto 2*) NEL PORTO INTERNO DI BRINDISI.

Comune di: BRINDISI

Ente Appaltante: Autorità Portuale di Brindisi – Piazza Vittorio Emanuele II, 7 – 72100 Brindisi.

a)	IMPORTO PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI (<i>soggetti a ribasso</i>)	€. 6.437.918,75
	Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo	€. 2.343.849,28
	Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.	€. 4.094.069,47
b)	ONERI PER L'ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA (<i>non soggetti a ribasso</i>)	€. 178.011,73
	Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo	€. 65.344,37
	Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.	€. 112.667,36
	TOTALE APPALTO	€. 6.615.930,48

Brindisi, dicembre 2010.

Il Dirigente dell'Area Tecnica e Responsabile del Procedimento
Dott. Ing. Pasquale Fischetto

INDICE

Titolo I.	NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO	8
Capo I.	Definizione tecnica dell'appalto	8
Art.1.	DESCRIZIONE DELL'APPALTO	8
Capo II.	Termini di esecuzione e penali	8
Art.2.	OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO	8
Art.3.	MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO.....	9
Art.4.	CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI, CATEGORIE CONTABILI.....	9
Art.5.	DOCUMENTI CONTRATTUALI – SPESE CONTRATTUALI	9
Art.6.	ESSENZIALITÀ DELLE CLAUSOLE – CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO	13
Art.7.	CONSEGNA DEI LAVORI E INIZIO DEI LAVORI.....	13
Art.8.	TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI, PENALI E PREMI DI ACCELERAZIONE	14
Capo III.	Programma di esecuzione dei lavori	15
Art.9.	ANDAMENTO DEI LAVORI.....	15
Art.10.	PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI RECUPERO O SCAVO	15
Art.11.	PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI - RINVENIMENTI	15
Capo IV.	Sospensioni o riprese dei lavori.....	16
Art.12.	SOSPENSIONE – RIPRESA E PROROGHE DEI LAVORI	16
Capo V.	Oneri a carico dell'appaltatore.....	16
Art.13.	CAUZIONE PROVVISORIA.....	17
Art.14.	CAUZIONE DEFINITIVA.....	17
Art.15.	RIDUZIONE DELLE GARANZIE	17
Art.16.	COPERTURA ASSICURATIVA A CARICO DELL'IMPRESA	17
Art.17.	ONERI, OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE.....	18
Art.18.	SUBAPPALTO E COTTIMO.....	19
Art.19.	REQUISITI DI SICUREZZA DEL CANTIERE.....	20
Art.20.	DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE.....	21
Art.21.	DIRETTORE DEI LAVORI	21
Capo VI.	Contabilizzazione dei lavori a misura	22
Art.22.	CRITERI CONTABILI PER LA LIQUIDAZIONE DEI LAVORI.....	22
22.1	VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA.....	22
22.2	VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA.....	22
Capo VII.	Disciplina Economica	22
Art.23.	ANTICIPAZIONE E PAGAMENTI IN ACCONTO.....	22
Art.24.	CONTO FINALE E PAGAMENTI A SALDO	23
Art.25.	RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE, E NEI PAGAMENTI	23
Art.26.	REVISIONE PREZZI E PREZZO CHIUSO	24
Art.27.	DISPOSIZIONI RELATIVE AI PREZZI DI ELENCO - INVARIABILITÀ DEI PREZZI	24
Art.28.	CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI.....	24
Art.29.	OBBLIGHI DI TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI	24
Art.30.	VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE	24
Art.31.	VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI.....	25
Art.32.	PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI	25
Capo VIII.	Controlli	25
Art.33.	CONTROLLI – PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI.....	25
Capo IX.	Specifiche modalità e termini di collaudo	26
Art.34.	COLLAUDI E INDAGINI ISPETTIVE	26
Capo X.	Modalità di soluzione delle controversie	27
Art.35.	DANNI DI FORZA MAGGIORE	27

Art.36.	DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE	27
Art.37.	SCIoglimento DEL CONTRATTO – ESECUZIONE D’UFFICIO DEI LAVORI – FUSIONI E CONFERIMENTI	27
Art.38.	OSSERVANZA DELLE LEGGI.....	28
Titolo II.	NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE.....	30
Art.39.	SCAVI IN GENERE.....	30
Art.40.	RILEVATI E RINTERRI.....	30
Art.41.	RIMOZIONI E DEMOLIZIONI.....	30
Art.42.	MURATURE IN GENERE	31
Art.43.	MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO PER LA PARETE PERIMETRALE.....	31
Art.44.	CALCESTRUZZI	31
Art.45.	CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	31
Art.46.	RIVESTIMENTI DI PARETI PERIMETRALI	31
Art.47.	INTONACI	31
Art.48.	TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE.....	32
Art.49.	MASSI ARTIFICIALI E NATURALI	32
Art.50.	PARATIE PROVVISORIE E CASSEFORME SUBACQUEE	32
Art.51.	FERRO DI ARMATURA.....	32
Art.52.	PALI IN CEMENTO ARMATO	32
Art.53.	PARATIA DI PALI E DI MICROPALI.....	32
Art.54.	DEMOLIZIONI	32
Art.55.	SBANCAMENTI, SCAVI, RINTERRI.....	33
Art.56.	OPERE IN FERRO.....	33
Art.57.	PARABORDI.....	33
Art.58.	BITTE	33
Art.59.	INTERVENTO DI RIMOZIONE E RIPRISTINO DEL BASOLATO E DEL CIGLIO DI BANCHINA.....	33
Art.60.	ARREDO URBANO	33
Art.61.	LAVORI IN METALLO	34
Art.62.	MANODOPERA	34
Art.63.	PONTEGGI.....	34
Art.64.	NOLEGGI.....	34
Art.65.	TRASPORTI.....	34
Titolo III.	PRESCRIZIONI TECNICHE: Qualità e provenienza dei materiali – Modo di esecuzione e ordine da tenersi dei lavori	35
Capo XI.	Opere edili	35
Art.66.	CONSIDERAZIONI GENERALI SUI MATERIALI	35
66.1	MASSI NATURALI	35
66.2	SABBIA	35
66.3	MISTO DI CAVA (o tout-venant).....	35
66.4	ACQUA	35
66.5	CALCI IDRAULICHE.....	35
66.6	CEMENTO	35
66.7	POZZOLANA	35
66.8	INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI	35
66.9	PIETRE GREZZE E SCARDONI	36
66.10	PIETRE DA TAGLIO	36
66.11	LEGNAME.....	36
66.12	ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO NORMALE	36
66.13	ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	36
66.14	ACCIAIO PER COSTRUZIONI	36
66.15	BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE - BITUMI LIQUIDI - CATRAMI.....	36
66.16	MATERIALI PER RIEMPIMENTI	36

	66.17 MATERIALI DIVERSI.....	36
Art.67.	MATERIALI IN GENERE	36
	67.1 ACQUA, CALCI, GESSO	37
	67.2 Acqua	37
	67.3 Calce	37
Art.68.	CEMENTI, CEMENTI SPECIALI.....	41
	68.1 CEMENTI	41
	68.2 CEMENTI SPECIALI	43
	68.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO	43
Art.69.	LEGANTI SINTETICI	44
	69.1 RESINE ACRILICHE.....	44
	69.2 RESINE EPOSSIDICHE	45
	69.3 RESINE FLUORURATE	45
	69.4 RESINE POLIESTERE	45
Art.70.	MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI	46
	70.1 GHIAIA E PIETRISCO	46
	70.2 SABBIE	46
	70.3 POLVERI.....	47
	70.4 PIETRA MACINATA.....	47
	70.5 POZZOLANA	47
	70.6 CAOLINO	48
	70.7 ARGILLE ESPANSE	48
	70.8 POMICE ED ALTRI INERTI NATURALI LEGGERI	48
Art.71.	ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO.....	48
Art.72.	MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	51
	72.1 MATERIALI FERROSI	51
	72.2 METALLI VARI.....	52
Art.73.	PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE	52
	73.1 SCELTA DEI MASSI NATURALI	52
	73.2 CALCARE	53
	73.3 PIETRA (TERMINE COMMERCIALE).....	53
	73.4 PIETRA DA TAGLIO	53
	73.5 TRAVERTINO (TERMINE COMMERCIALE).....	53
Art.74.	MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI - GENERALITÀ	54
	74.1 PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE	55
	74.2 GRANIGLIA.....	56
	74.3 PITTURE.....	56
	74.3.1 Pitture a colla o tempera.....	56
	74.3.2 Pitture ad olio.....	56
	74.3.3 Pitture cementizie	56
	74.3.4 Pitture emulsionate	56
	74.3.5 Idropittura (pittura all'acqua, pitture lavabili) a base di copolimeri acrilici	56
	74.3.6 Boiaccia passivante.....	57
	74.4 VERNICI.....	57
	74.4.1 Vernici naturali e sintetiche	57
	74.4.2 Smalti.....	57
	74.4.3 Vernice antiruggine e anticorrosive	57
Art.75.	ADDITIVI	58
Art.76.	MATERIALI DIVERSI (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti).....	58
	76.1 SIGILLANTI.....	58
	76.2 ADESIVI	59
	76.3 GEO-TESSUTI.....	59
	76.4 TESSUTI-NON-TESSUTI	60
Art.77.	MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ	60

77.1	IMPREGNANTI PER IL CONSOLIDAMENTO.....	60
77.1.1	Composti organici.....	61
77.1.2	Resine acriliche.....	61
77.1.3	Resine epossidiche.....	62
77.1.4	Resine fluorurate.....	62
77.1.5	Resine acril-siliconiche.....	62
77.1.6	Resine poliuretaniche.....	63
77.2	COMPOSTI A BASE DI SILICIO.....	63
77.2.1	Silicati di etile.....	63
77.2.2	Composti inorganici.....	64
77.2.3	Idrossido di calce (calce spenta).....	64
77.2.4	Idrossido di bario (barite).....	64
Art.78.	MATERIALI VARI PER CONSOLIDAMENTI.....	64
78.1	ALCOOL POLIVINILICO.....	64
78.1.1	Acetato di polivinile.....	65
78.1.2	Malta premiscelata per iniezione di consolidamento e riadesione di intonaci.....	65
78.1.3	Malta premiscelata per iniezione di consolidamento strutturale di murature.....	65
78.1.4	Malte per betoncino di collaborazione statica.....	65
Art.79.	MATERIALI PER RIVESTIMENTI E/O TRATTAMENTO LACUNE INTERNI ED ESTERNI.....	65
79.1	PRODOTTI FLUIDI O IN PASTA.....	66
79.2	PRODOTTI RIGIDI.....	68
Titolo IV.	PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE.....	69
Capo XII.	Procedure operative di restauro.....	69
Art.80.	SCAVI.....	69
80.1	OPERAZIONI DI SCAVI E RINTERRI.....	69
80.1.1	Generalità.....	69
80.2	SCAVI DI SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO.....	69
80.3	SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA.....	70
80.4	SCAVI DI ACCERTAMENTO E RICOGNIZIONE.....	71
80.5	SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTI.....	71
80.6	ARMATURE DEGLI SCAVI – OPERE DI SBATACCHIAMENTO.....	71
80.7	RILEVATI E RINTERRI.....	71
Art.81.	ASPORTAZIONI.....	72
81.1	OPERAZIONI DI ASPORTAZIONI, DEMOLIZIONI E SMONTAGGI.....	72
81.1.1	Generalità.....	72
81.1.2	Demolizione di strutture murarie.....	73
81.1.3	Smontaggio di strutture orizzontali.....	73
81.1.4	Asportazione di intonaci.....	73
81.1.5	Rimozione e smontaggio di pavimenti.....	74
81.1.6	Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei.....	74
81.1.7	Fori per la predisposizione dei led segna passo da incasso.....	75
Art.82.	PRECONSOLIDAMENTO.....	75
82.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	75
82.2	OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI LAPIDEI.....	75
82.2.1	Generalità.....	75
82.2.2	Ponti di malta magra e/o resina.....	75
Art.83.	PULITURE.....	76
83.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	76
83.2	OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LAPIDEI.....	76
83.2.1	Generalità ed esecuzione di prove di pulitura.....	76
83.2.2	Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei.....	77
83.2.3	Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione.....	77
83.2.4	Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata.....	77
83.2.5	Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.).....	77
83.2.6	Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec).....	78
83.2.7	Pulitura mediante microsabbatura di precisione.....	78
83.2.8	Trattamento dei basolati.....	79
Art.84.	AGGIUNTE, INTEGRAZIONI.....	79

84.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	79
84.2	OPERAZIONI DI STUCCATURE, INTEGRAZIONI DEI MATERIALI LAPIDEI (AGGIUNTE).....	80
84.2.1	Generalità.....	80
84.2.2	Verifiche preliminari.....	80
84.2.3	Asportazione di parti non compatibili.....	80
84.2.4	Pulitura della superficie.....	80
84.3	STUCCATURA-INTEGRAZIONE DI ELEMENTI IN LATERIZIO.....	81
84.4	EVENTUALE INSERIMENTO DI ARMATURA.....	81
84.5	TRATTAMENTO FINALE.....	82
84.5.1	Rappezzo di intonaco.....	82
84.5.2	Integrazioni, ripristino pavimentazioni.....	83
84.5.3	Integrazione con nuovi elementi.....	83
84.5.4	Prescrizioni particolari sul ripristino del basolato del piano di banchina.....	84
84.5.5	Integrazione di porzioni murarie.....	84
Art.85.	CONSOLIDAMENTO.....	86
85.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	86
85.2	OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI MATERIALI LAPIDEI.....	87
85.2.1	Generalità.....	87
85.2.2	Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati (mediante perni).....	87
85.2.3	Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche).....	88
85.2.4	Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti.....	88
85.2.5	Vespai orizzontali.....	90
85.2.6	Vespai a riempimento.....	90
Art.86.	SISTEMAZIONE AREA A VERDE: TERRE RINFORZATE CON GEOGRIGLIE IN HDPE.....	90
Art.87.	OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA.....	92
87.1	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI APPARECCHI E DEGLI IMPIANTI A FLUIDO.....	92
Capo XIII.	Procedure operative di consolidamento strutturale.....	92
Art.88.	CONSOLIDAMENTO CON OPERE DI SOSTEGNO E FONDAZIONE.....	93
88.1	OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO FONDAZIONI.....	93
88.1.1	Generalità.....	93
88.1.2	Sottofondazione con micropali.....	93
88.1.3	Sottofondazione con jet grouting.....	93
88.1.4	Pali tipo radice.....	95
88.2	OPERE DI SOSTEGNO.....	95
88.2.1	Palificate di cemento armato e di acciaio.....	95
88.2.2	Pali di cemento armato prefabbricati e infissi.....	96
88.2.3	Pali di cemento armato gettati in opera e battuti.....	96
88.2.4	Prove di carico sui pali.....	97
88.2.5	Paratia di pali in c.a.....	97
88.2.6	Paratia berlinese di micropali.....	97
88.2.7	Realizzazione della trave di collegamento alla testa dei micropali.....	98
88.2.8	Ancoraggi e tiranti.....	99
88.2.9	Rifacimento opere non eseguite a regola d'arte.....	99
Art.89.	CONSOLIDAMENTO MURATURE.....	99
89.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	99
89.2	OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO APPARECCHI MURARI.....	100
89.2.1	Generalità.....	100
89.2.2	Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cuci).....	100
89.2.3	Esecuzione di opere murarie.....	101
89.2.4	Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti.....	101
89.2.5	Consolidamento mediante iniezioni non armate.....	101
89.2.6	Consolidamento mediante placcaggio di superficie (betoncino armato).....	103
89.2.7	Lesioni diffuse.....	103
89.2.8	Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti nel muro di banchina.....	105
89.2.9	Collegamento della trave di coronamento con il muro di banchina.....	105
89.2.10	Riempimento di Sgrottamenti di grandi dimensioni.....	105
89.2.11	Consolidamento del pendio con tecniche non invasive.....	106
89.2.12	Rifacimento opere non eseguite a regola d'arte.....	107
Art.90.	REALIZZAZIONE DEL NUOVO MURO DI BANCHINA.....	107

	90.1.1	Materiali	107
	90.1.2	Esecuzione	107
	90.1.3	Rifacimento opere non eseguite a regola d'arte	107
Titolo V.		IMPIANTI ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI	108
Art.91.		GENERALITÀ	108
Art.92.		PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI – CAVI E CONDUTTORI	108
	92.1	TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI	109
	92.2	CAVIDOTTI	109
	92.3	POZZETTI CON CHIUSINO IN GHISA	109
	92.4	POSA DI CAVI ELETTRICI	110
Art.93.		CAVI	110
	93.1	POSA DEI CAVI	110
	93.2	CAVI IN GOMMA G7	110
	93.2.1	Prescrizioni	110
	93.2.2	Costruzione	110
	93.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	111
	93.4	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	111
	93.4.1	Elementi di un impianto di terra	111
	93.4.2	Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione	111
	93.4.3	Protezione mediante doppio isolamento	111
	93.4.4	Protezione delle condutture elettriche	111
	93.4.5	Maggiorazioni dimensionali rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge	112
	93.5	IMPIANTO DI TERRA	112
	93.6	MATERIALE ELETTRICO VARIO – MODALITÀ PER L'INSTALLAZIONE	112
	93.6.1	Apparecchiature modulari con modulo normalizzato	112
	93.6.2	Interruttori scatolati	113
	93.6.3	Quadro elettrico di distribuzione e protezione	113
	93.7	DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	113
	93.7.1	Assegnazione dei valori di illuminazione	113
	93.7.2	Ubicazione e disposizione delle sorgenti	113
	93.7.3	Flusso luminoso	113
	93.8	COMPONENTI ED OPERE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	113
	93.8.1	Lampade e alimentatori	113
	93.8.2	Apparecchio decorativo per lampione	113
	93.8.3	Palo per illuminazione	114
	93.8.4	Apparecchi da incasso a led	114
	93.8.5	Alimentatori per apparecchi da incasso a led	114
Titolo VI.		ARREDI	115
Art.94.		ARREDI URBANI	115
	94.1	CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI	117
Art.95.		ARREDI DI BANCHINA	118
	95.1	ANELLI DI ORMEGGIO	118
	95.2	BITTE	118
	95.3	PARABORDI	118
	95.4	SCALETTE	119
	95.5	COLLOCAMENTO DEGLI ARREDI DI BANCHINA	119
		NORMATIVA DI RIFERIMENTO	119

Titolo I. NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO

CAPO I.DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO

Art.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto comprende l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati e funzionali i lavori relativi alla realizzazione di opere di ristrutturazione e consolidamento delle strutture portuali del Seno di Ponente del Porto interno di Brindisi della banchina Ammiraglio Millo (*identificata con la dicitura "Lotto 1"*) e delle banchine Canale Pigonati e Monumento al Marinaio (*identificata con la dicitura "Lotto 2"*), come dettagliatamente riportati negli elaborati progettuali che, ai sensi dell'art. 110 del D.P.R. n. 554/99, sono parte integrante del contratto.

Sul piano progettuale i lavori sono suddivisi in 2 lotti, mentre la loro esecuzione sarà condotta con unico affidamento e con contabilizzazioni e rendicontazioni disgiunte. La consegna dei lotti avverrà contestualmente, fatta salva la facoltà, per la Stazione appaltante, di consegnare i due lotti separatamente per far fronte ad esigenze operative o di funzionalità delle banchine interessate.

Gli interventi riguardano, in particolare, il ripristino, la riparazione ed il consolidamento delle strutture di banchina, il ripristino delle pavimentazioni e dei rivestimenti murari. Gli interventi di consolidamento mirano a riparare la struttura muraria a paramento verticale che costituisce opera di sostegno della banchina e a ridurre i carichi trasmessi dal terrapieno, costituito da materiale sciolto ed in costante e continuo assestamento. Le opere di consolidamento del muro di banchina consistono nella realizzazione di paratie di pali e iniezioni, da eseguirsi a tergo del muro di banchina, al di sotto delle pavimentazioni e rivestimenti, per non modificare l'attuale conformazione architettonica – strutturale e di finitura.

E' previsto il recupero dei cigli di coronamento di banchina e di tutta la pavimentazione d'epoca del piano di calpestio della banchina, nonché il recupero di tutti i pezzi del basolato, che dovranno essere numerati, smontati con cura, accatastati, e custoditi in cantiere, fino alla loro nuova posa, da realizzarsi a regola d'arte, secondo le prescrizioni della competente Soprintendenza ai BB.CC.AA. E' altresì previsto il recupero delle bitte storiche.

Le operazioni di rimozione, pulizia, posa e ricollocamento in opera dovrà essere eseguita da ditte e posatori specializzati, con iscrizione nell'apposita categoria e classe di lavorazioni (OG2), con l'alta sorveglianza della competente Soprintendenza ai BB.CC.AA., come risultante dalle prescrizioni formulate dalla stessa in sede di rilascio del parere di competenza.

Gli arredi portuali quali le attuali bitte, risalenti all'epoca della realizzazione delle banchine, saranno interessati dalle lavorazioni di recupero e ripristino (*pulitura e verniciatura*) da operarsi con particolare cura e specifica competenza, da parte di operatori specializzati, con iscrizione nell'apposita categoria e classe di lavorazioni (OG2), in quanto trattandosi di elementi di pregio.

I lavori dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto delle regole d'arte e con i migliori accorgimenti tecnici, per la loro perfetta esecuzione.

CAPO II. TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI

Art.2. OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto i lavori di: **CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO (lotto 1) e MANUTENZIONE STRAORDINARIA E CONSOLIDAMENTO DELLE BANCHINE DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI (lotto 2) NEL PORTO DI BRINDISI.**

L'importo dei lavori a base d'asta (*soggetto a ribasso*) ammonta complessivamente a **Euro 6.437.918,75.**

L'importo degli oneri sulla sicurezza per l'attuazione dei piani di sicurezza (*non soggetto a ribasso*) ammonta a complessivi **Euro 178.011,73.**

L'importo complessivo posto a base dell'affidamento è definito come segue:

<i>Importi in Euro</i>		<i>Colonna a)</i>	<i>Colonna b)</i>	<i>Colonna a + b)</i>
		IMPORTO LAVORI <i>(soggetti a ribasso)</i>	ONERI SICUREZZA <i>(non soggetti a ribasso)</i>	IMPORTO A BASE DI GARA
1	Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo	€. 2.343.849,28	€. 65.344,37	€. 2.409.193,65
2	Lotto 2: Manutenz. straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.	€. 4.094.069,47	€. 112.667,36	€. 4.206.736,83
3	TOTALE	€. 6.437.918,75	€. 178.011,73	€. 6.615.930,48

L'importo contrattuale sarà determinato dall'importo dei lavori, risultante dall'offerta complessiva dell'aggiudicatario presentata in sede di gara, corrispondente all'importo complessivo della colonna a), ribassata della percentuale offerta, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere definito alla colonna b) e non soggetto a ribasso, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 131, comma 3, del D.Lgs. 163/2006 2006 e dall' allegato XV punto 4.1 del decreto legislativo 09 aprile 2008, n. 81.

Art.3. MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

Il contratto è stipulato "a misura" ai sensi dell'articolo 45, comma 7, del D.P.R. 554/99, DPR 21 dicembre 1999 n. 554 (d'ora in poi Reg. n. 554/99).

L'importo del contratto potrà variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'art. 132 del D. Lgs. 163/2006 e le condizioni previste dal presente Capitolato Speciale.

Le voci dell'elenco prezzi saranno le uniche alle quali l'Appaltatore dovrà fare rimando nelle proprie valutazioni tecniche ed economiche. In caso di varianti in corso d'opera, per le eventuali nuove voci di elenco prezzi, si procederà secondo quanto stabilito all'art. 136 del D.P.R. 554/99.

Art.4. CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI, CATEGORIE CONTABILI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati".

Di seguito si riporta l'indicazione della categoria di cui si compone l'opera, ai sensi dell'art. 30 del D.P.R. 25 Gennaio 2000 n. 34 e dell'articolo 118, comma 2, del D.Lgs. 163/2006.

CATEGORIA OG7 – OPERE MARITTIME E LAVORI DI DRAGAGGIO - Classifica IV (fino a € 2.582.284,00)	€	2.576.030,90	40,01 %
<i>Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo.</i>	€	830.982,86	12,90 %
<i>Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.</i>	€	1.745.048,04	27,11 %
CATEGORIA OS21 – OPERE STRUTTURALI SPECIALI - Classifica IV (fino a € 2.582.284,00)	€	2.491.966,47	38,71 %
<i>Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo.</i>	€	625.667,84	9,72 %
<i>Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.</i>	€	1.866.298,63	28,99 %
CATEGORIA OG2 – RESTAURO E MANUTENZIONE DI BENI IMMOBILI SOTTOPOSTI A TUTELA AI SENSI DELLE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI BENI CULTURALI E AMBIENTALI - Classifica III (fino a € 1.032.913,00)	€	911.657,80	14,16 %
<i>Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo.</i>	€	445.626,90	6,92 %
<i>Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.</i>	€	466.030,90	7,24 %
CATEGORIA OG3 – STRADE, AUTOSTRADE, PONTI, VIADOTTI, FERROVIE, LINEE TRANVIARIE, METROPOLITANE, FUNICOLARI, PISTE AEROPORTUALI E RELATIVE OPERE COMPLEMENTARI - Classifica II (fino a € 516.457,00)	€	458.263,58	7,12 %
<i>Lotto 1: Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo.</i>	€	441.571,68	6,86 %
<i>Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento delle banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.</i>	€	16.691,90	0,26 %
TOTALE	€	6.437.918,74	100,00 %

Ai sensi degli articoli 3 del regolamento approvato con DPR n. 34 del 25 gennaio 2000 (d'ora in poi DPR n. 34/2000) e in conformità all'allegato "A" al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella **categoria prevalente di opere generali "OG7 - OPERE MARITTIME E LAVORI DI DRAGAGGIO"**.

Ai sensi del combinato disposto degli articoli 72, 73 e 74 del Reg. n. 554/99, le parti di lavoro appartenenti alle categorie diverse dalla prevalente con i relativi importi sono indicati nella tabella sopra riportata nel presente articolo. Le suddette parti di lavoro sono scorporabili e, a scelta dell'impresa appaltatrice, subappaltabili, alle condizioni di legge (art. 118 del D.Lgs. 163/2006) e delle prescrizioni indicate nel seguente capitolato speciale.

Art.5. DOCUMENTI CONTRATTUALI – SPESE CONTRATTUALI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati".

Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

- il capitolato generale d'appalto approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000, n. 145, per quanto non in contrasto con il presente capitolato speciale o non disciplinato dallo stesso;
- il presente capitolato speciale d'appalto;

- c) il ribasso percentuale sull'elenco prezzi posto a base di gara, ai sensi dell'art. 82, del D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.;
- d) i piani di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 e allegato XV, del decreto legislativo n. 81 del 2008 e successive modificazioni e integrazioni e le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), D.Lgs. 163/2006, redatti singolarmente per ciascuno dei due lotti;
- e) i piani operativi di sicurezza redatti singolarmente per ciascuno dei due lotti dall'Appaltatore, ai sensi dell'articolo 89 comma 1 lettera h e allegato XV del decreto legislativo n. 81 del 2008 e ss.mm.ii. e dell'articolo 131, comma 2, lettera c), D.Lgs. 163/2006;
- f) i crono-programmi, redatti singolarmente per ciascuno dei due lotti;
- g) tutti gli elaborati grafici dei due lotti di progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo, dettagliatamente di seguito elencate:

LOTTO I – CONSOLIDAMENTO BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO

RT01	Relazione Tecnica Generale
RT02	Relazione Sulle Indagini Subacquee (Coastal Consulting)
RT03	Relazione Sui Rilievi Topografici (Società di Topografia s.r.l.)
RT04	Relazione Geologica - Indagini Geognostiche (GEA s.r.l.)
RT05	Relazione Geotecnica
RT06	Relazione Idrologica e Idraulica
RT07	Relazione di Calcolo degli Arredi di Banchina
RT08	Relazione di Calcolo degli Impianti Elettrici ed Illuminotecnici
RT09	Relazione di Calcolo degli Interventi di Consolidamento
RT10	Relazione sulla Cantierizzazione degli Interventi di Ristrutturazione
FA01	Fascicolo dell'opera
PSC01	Piano di Sicurezza e Coordinamento In Fase di Progettazione
IM01	Incidenza Percentuale della Manodopera
CR01	Crono-programma dei Lavori
PM01	Piano di Manutenzione dell'opera
NI02	Relazione di Accompagnamento in riscontro alle raccomandazioni del C.T.A. con Voto n. 87 nell'adunanza del 28/05/2010 e del Ministero per i Beni e le Attività Culturali con nota prot. n. 9243 del 08/06/2010
SF01	Piano Regolatore Portuale Proposta di Variante al P.R. Portuale Approvato con Decreto n. 375/1975
SF02	Planimetria dell'area di Intervento
SF02-A	Rilievo Plano-altimetrico
SF02-B	Rilievo Plano-altimetrico
SF02-C	Rilievo Plano-altimetrico
SF03	Planimetria con Indicazione delle Sezioni dello Stato di Fatto
SF03-A	Carta dei Profili di Banchina - Sez. 01 - 33
SF03-B	Carta dei Profili di Banchina - Sez. 34 - 53
SF03-C	Carta dei Profili di Banchina - Sez. 54 - 85
SF04-A	Prospetto di Banchina da Settore n. 1 a n. 5
SF04-B	Prospetto di Banchina da Settore n. 6 a n. 7
SF05	Planimetria dello Stato dei Luoghi
SF05-A	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico
SF05-B	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico
SF05-C	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico
SF06	Planimetria Ubicazione delle Indagini Preliminari
SF07-A	Prospetto Generale Stato di Fatto - Tratto 1
SF07-B	Prospetto Generale Stato di Fatto - Tratto 2
SF07-C	Prospetto Generale Stato di Fatto - Tratto 3
SF08	Planimetria dell'indagine Magnetometrica Subacquea
PL01	Corografia
PL02	Planimetria Ubicativa dei Siti di Cantiere, di Cava, di Conferimento e Recupero
PR01	Planimetria Generale degli Interventi di Consolidamento e Manutenzione
PR02-A	Planimetria di Progetto Arredi di Banchina
PR02-B	Planimetria di Progetto Arredi di Banchina
PR02-C	Planimetria di Progetto Arredi di Banchina

PR03-A	Planimetria di Progetto Arredi Urbani
PR03-B	Planimetria di Progetto Arredi Urbani
PR03-C	Planimetria di Progetto Arredi Urbani
PR04-A	Planimetria dell'area di Cantiere e Fasizzazione Lavori
PR04-B	Planimetria dell'area di Cantiere e Fasizzazione Lavori (Soluzione Alternativa di Studio 1)
PR04-C	Planimetria dell'area di Cantiere e Fasizzazione Lavori (Soluzione Alternativa di Studio 2)
PR05	Intervento di Ripristino Pendio
PR06	Piano Quotato con Pendenze di Progetto dei Pianali di Banchina
PR06-A	Sezioni con Pendenze di Progetto dei Pianali di Banchina
PR06-B	Sezioni con Pendenze di Progetto dei Pianali di Banchina
PR06-C	Sezioni con Pendenze di Progetto dei Pianali di Banchina
PR06-D	Sezioni con Pendenze di Progetto dei Pianali di Banchina
PR07-A	Planimetria di Progetto Coordinate Arredi Urbani e di Banchina
PR07-B	Planimetria di Progetto Coordinate Arredi Urbani e di Banchina
PR07-C	Planimetria di Progetto Coordinate Arredi Urbani e di Banchina
PS01-A	Prospetto Generale ad Opera Finita - Prog. 0,00 m - 150,00 m
PS01-B	Prospetto Generale ad Opera Finita - Prog. 150,00 m - 300,00 m
PS01-C	Prospetto Generale ad Opera Finita - Prog. 300,00 m - 425,00 m
SZ01	Sezioni Tipo Banchina: Stato di Fatto e Progetto degli Arredi Urbani e di Banchina
ST01	Planimetria degli Interventi di Consolidamento Strutturale
ST02-A	Intervento di Consolidamento da Progressiva 0.00 m a Progressiva 40.00 m
ST02-B	Intervento di Consolidamento da Progressiva 40.00 m a Progressiva 198.00 m
ST02-C	Intervento di Consolidamento da Progr.va 198.00 m a Progr.va 203,70 m e da Progr.va 243,70 m a Progr.va 248,40 m
ST02-D	Intervento di Consolidamento da Progressiva 203,70 m a Progressiva 243,70 m
ST02-E	Intervento di Consolidamento da Progressiva 248,40 m a Progressiva 290,80 m
ST02-F	Intervento di Consolidamento da Progressiva 290.80 m a Progressiva 427.40 m
ST03-A	Carpenteria ed Armatura
ST03-B	Consolidamento del Muro di Banchina: Particolari
ST04-A	Fasi di Realizzazione dell'intervento di Consolidamento di Tipo "A"
ST04-B	Fasi di Realizzazione dell'intervento di Consolidamento di Tipo "B"
PT01	Particolari degli Arredi Urbani: Panchina, Pensilina, Dissuasore Automatico, Paletto Dissuasore e Transenne
PT02	Particolari degli Arredi di Banchina: Bitte, Parabordi, Scalette, Anelli di Ormeggio
MD01	Matrice Decisionale Tratto di Banchina in Ribaltamento
EL01	Planimetria Stato di Fatto Impianto di Illuminazione
EL02	Impianto di Illuminazione - Tracciato della Rete di Distribuzione
EL03	Impianto di Illuminazione - Sezione Cavi della Rete di Distribuzione
EL04	Impianto di Illuminazione - Studio Illuminotecnico
EL05	Schema Elettrico Unifilare e Fronte Quadro
EL06	Impianto di Terra
EL07	Particolari Impianto Elettrico
IF01	Intervento di Ripristino Idraulico: Planimetria e Profilo Trasversale
IF02/A	Particolare Pozzetto di Salto Tipo 1
IF02/B	Particolare Pozzetto di Salto Tipo 2

LOTTO II – MANUTENZIONE STRAORDINARIA E CONSOLIDAMENTO BANCHINE DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI.

RT01	Relazione Tecnica Generale
RT02	Relazione sulle Indagini Subacquee (Coastal Consulting)
RT03	Relazione sui Rilievi Topografici (Società di Topografia s.r.l.)
RT04	Relazione Geologica - Indagini Geognostiche (GEA s.r.l.)
RT05	Relazione Geotecnica
RT06	Relazione di Calcolo degli Interventi di Consolidamento
RT07	Relazione sulla Cantierizzazione degli Interventi di Ristrutturazione
PM01	Piano di Manutenzione dell'opera

FA01	Fascicolo dell'opera
PSC01	Piano di Sicurezza e Coordinamento In Fase di Progettazione
IM01	Incidenza Percentuale della Manodopera
CR01	Cronoprogramma dei Lavori
NI01	Relazione di Accompagnamento In Riscontro alle Raccomandazioni del C.T.A. con Voto n. 88 nell'adunanza del 28.05.2010.
SF01	Piano Regolatore Portuale Proposta di Variante al P.R. Portuale Approvato con Decreto n. 375/1975
SF01	Piano Regolatore Portuale Proposta di Variante al P.R. Portuale Approvato con Decreto n. 375/1975
SF02	Planimetria dell' Area di Intervento
SF02-A	Rilievo Planoaltimetrico Monumento al Marinaio
SF02-B	Rilievo Planoaltimetrico Canale Pigonati Lato Ovest
SF02-C	Rilievo Planoaltimetrico Canale Pigonati Lato Est
SF03	Planimetria con Indicazione dei Profili Trasversali dello Stato di Fatto
SF03-A	Carta dei Profili di Banchina Canale Pigonati Lato Est da Progressiva 0,00 m a Progressiva 135,00 m
SF03-B	Carta dei Profili di Banchina Canale Pigonati Lato Est da Progressiva 140,00 m a Progressiva 260,00 m
SF03-C	Carta dei Profili di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 0,00 m a Progressiva 120,00 m
SF03-D	Carta dei Profili di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 125,00 m a Progressiva 240,00 m
SF03-E	Carta dei Profili di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 245,00 m a Progressiva 385,00 m
SF03-F	Carta dei Profili di Banchina Monumento al Marinaio da Progressiva 0,00 m a Progressiva 205,00 m
SF04-A	Prospetto di Banchina Canale Pigonati Lato Est da Progressiva 0,00 m a Progressiva 180,00 m
SF04-B	Prospetto di Banchina Canale Pigonati Lato Est da Progressiva 180,00 m a Progressiva 280,00 m
SF04-C	Prospetto di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 0,00 m a Progressiva 180,00 m
SF04-D	Prospetto di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 180,00 m a Progressiva 360,00 m
SF04-E	Prospetto di Banchina Canale Pigonati Lato Ovest da Progressiva 360,00 m a Progressiva 385,00 m
SF04-F	Prospetto di Banchina Monumento al Marinaio da Progressiva 0,00 m a Progressiva 205,00 m
SF05	Planimetria dello Stato dei Luoghi
SF05-A	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico Monumento al Marinaio
SF05-B	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico Canale Pigonati Lato Ovest
SF05-C	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico Canale Pigonati Lato Ovest
SF05-D	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico Canale Pigonati Lato Est
SF05-E	Planimetria dello Stato dei Luoghi con Rilievo Fotografico Canale Pigonati Lato Est
SF06	Planimetria Ubicazione delle Indagini Preliminari
SF07	Planimetria dell'indagine Magnetometrica Subacquea
PL01	Corografia
PL02	Planimetria Ubicativa dei Siti di Cantiere, di Cava, di Conferimento e Recupero
PR01	Planimetria Generale degli Interventi di Consolidamento e Manutenzione
PR02-A	Planimetria degli Interventi di Progetto sul Piano di Banchina - Monumento al Marinaio
PR02-B	Planimetria degli Interventi di Progetto sul Piano di Banchina - Canale Pigonati Lato Ovest
PR02-C	Planimetria degli Interventi di Progetto sul Piano di Banchina - Canale Pigonati Lato Est
PR03	Planimetria dell'area di Cantiere
PR03-A	Planimetria Fase 1 Lavori Sulla Banchina Monumento Al Marinaio
PR03-B	Planimetria Fase 2a Lavori Banchina Canale Pigonati Lato Ovest Tratto Progressiva 0,00 m - 200,00 m
PR03-C	Planimetria Fase 2b Lavori Banchina Canale Pigonati Lato Ovest Tratto Progressiva 200 m - 385,00 m
PR03-D	Planimetria Fase 3 Lavori Banchina Canale Pigonati Lato Est
PR04-A	Piano Quotato di Progetto dei Pianali di Banchina - Monumento al Marinaio
PR04-B	Piano Quotato di Progetto dei Pianali di Banchina - Canale Pigonati Lato Ovest
PR04-C	Piano Quotato di Progetto dei Pianali di Banchina - Canale Pigonati Lato Est
ST01	Planimetria degli Interventi di Consolidamento Strutturale
ST02-A	Intervento di Consolidamento Tratto 1 da Progressiva 0,00 m a Progressiva 25,00 m - Banchina Monumento al Marinaio
ST02-B	Intervento di Consolidamento Tratto 2 da Progressiva 25,00 m a Progressiva 209,90 m - Banchina Monumento al Marinaio
ST03-A	Intervento di Consolidamento Tratto 3 da Progressiva 0,00 m a Progressiva 25,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati
ST03-B	Intervento di Consolidamento Tratto 4 da Progressiva 25,00 m a Progressiva 65,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati
ST03-C	Intervento di Consolidamento Tratto 5 da Progressiva 65,00 m a Progressiva 125,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati
ST03-D	Intervento di Consolidamento Tratto 6 da Progressiva 125,00 m a Progressiva 200,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati
ST03-E	Intervento di Consolidamento Tratto 7 da Progressiva 200,00 m a Progressiva 250,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati

ST03-F	Intervento di Consolidamento Tratto 8 da Progressiva 250,00 m a Progressiva 385,00 m - Banchina Ovest Canale Pigonati
ST04-A	Intervento di Consolidamento Tratto 9 da Progressiva 0,00 m a Progressiva 110,00 m - Banchina Est Canale Pigonati
ST04-B	Intervento di Consolidamento Tratto 10 da Progressiva 110,00 m a Progressiva 180,00 m - Banchina Est Canale Pigonati
ST04-C	Intervento di Consolidamento Tratto 11 da Progressiva 180,00 m a Progressiva 260,00 m - Banchina Est Canale Pigonati
ST05-A	Particolari di Carpenteria ed Armatura
ST05-B	Abaco dei Pali
ST05-C	Consolidamento del Muro di Banchina: Particolari
ST06-A	Intervento di Consolidamento con Paratia Tirantata di Pali ed Iniezioni di Malta Cementizia (Tipo "B")
ST06-B	Intervento di Consolidamento mediante Iniezioni Di Malta Cementizia (Tipo "D")

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di gara, quelle per redazione, copia, stipulazione e registrazione del contratto, quelle di bollo e di registro degli atti, occorrenti per la gestione dei lavori dal giorno dell'aggiudicazione a quello del collaudo dell'opera finita.

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Art.6. ESSENZIALITÀ DELLE CLAUSOLE – CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO

L'Appaltatore, con la partecipazione alla gara, dichiara espressamente che tutte le clausole e condizioni previste nel contratto, nel presente capitolato e in tutti gli altri documenti che del contratto fanno parte integrante, hanno carattere di essenzialità.

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Ai sensi dell'articolo 71, comma 2, regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. 554/1999, l'Appaltatore da altresì atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione tutta, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto unitamente al responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dichiara altresì di essersi recato sui luoghi dove debbono eseguirsi i lavori e nelle aree adiacenti e di aver valutato l'influenza e gli oneri conseguenti sull'andamento e sul costo dei lavori, e pertanto di:

- aver preso conoscenza delle condizioni locali, delle cave, dei campioni e dei mercati di approvvigionamento dei materiali, nonché di tutte le circostanze generali e particolari che possano aver influito sulla determinazione dei prezzi e delle condizioni contrattuali e che possano influire sull'esecuzione dell'opera;
- di avere accertato le condizioni di viabilità, di accesso, di impianto del cantiere, dell'esistenza di discariche autorizzate, e le condizioni del suolo su cui dovrà sorgere l'opera;
- di aver esaminato minuziosamente e dettagliatamente il progetto sotto il profilo tecnico e delle regole dell'arte, anche in merito al terreno di fondazione e ai particolari costruttivi, riconoscendo a norma di legge e a regola d'arte, e di conseguenza perfettamente eseguibile senza che si possano verificare vizi successivi alla ultimazione dei lavori;
- di aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori, oggetto dell'appalto, nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori posti in appalto;
- di avere attentamente vagliato tutte le indicazioni e le clausole del presente Capitolato Speciale, in modo particolare quelle riguardanti gli obblighi e responsabilità dell'Appaltatore.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o sopravvenienza di elementi ulteriori, a meno che tali nuovi elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore.

Art.7. CONSEGNA DEI LAVORI E INIZIO DEI LAVORI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 – Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 – Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

L'esecuzione dei lavori nel loro complesso (Lotto 1 e 2) ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante dal verbale redatto per ciascun lotto, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore (art. 129 del D.P.R. 554/1999).

È facoltà della Stazione Appaltante procedere in via d'urgenza, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, alla consegna dei lavori, ai sensi degli articoli 129, commi 1 e 4, del regolamento generale sui LL.PP.; in tal caso il Direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

Per esigenze di operatività delle banchine e delle aree adiacenti, la Stazione Appaltante si riserva il diritto di procedere alla consegna non contemporanea dei due lotti. In deroga di quanto previsto dall'art. 21 del Capitolato Generale n. 145/00, la consegna separata non si configura come "consegna parziale", per cui per ciascun lotto, il tempo per dare ultimati i lavori è quello stabilito dal successivo art. 8, al netto del ribasso formulato dalla Ditta Aggiudicatrice in sede di gara.

Nel caso in cui per uno o entrambi i lotti si dovesse concretizzare la necessità di procedere con le consegne frazionate, ai sensi del richiamato art. 21 del Capitolato Generale n. 145/00 la data legale della consegna, per quel lotto, a tutti gli effetti di Legge e di Regolamento, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

La facoltà della Stazione Appaltante di procedere in via di urgenza si applica anche alle singole parti consegnate, allorché l'urgenza sia circoscritta all'esecuzione di alcune di esse.

Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, viene fissato un termine perentorio dalla Direzione lavori, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione Appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

L'Appaltatore, nell'eseguire i lavori in conformità del progetto, dovrà uniformarsi agli ordini di servizio ed alle istruzioni e prescrizioni che gli saranno comunicate per iscritto dal Direttore dei lavori, fatte salve le sue riserve nel registro di contabilità.

Se l'inizio dei lavori contempla delle categorie di lavoro oggetto di subappalto, sarà cura dell'Appaltatore accertarsi di avere tutte le autorizzazioni, previste per legge, da parte della Stazione Appaltante.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della Stazione Appaltante, l'appaltatore potrà chiedere di recedere il contratto. L'istanza di recesso potrà essere accolta o meno dalla Stazione Appaltante. In caso di accoglimento l'appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate, ma in misura non superiore ai limiti indicati all'art. 9 del Cap. Gen. n. 145/00. Ove, invece, l'istanza non sia accolta e si proceda, quindi, tardivamente alla consegna, l'appaltatore avrà diritto ad un compenso per i maggiori oneri derivanti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono fissate sempre al citato art. 9 del Cap. Gen. n. 145/00.

L'appaltatore dovrà trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; dovrà inoltre, trasmettere, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali e assicurativi nonché quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

Art.8. TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI, PENALI E PREMI DI ACCELERAZIONE

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato separatamente per i due lotti:

- a) In complessivi **giorni 434** (in lettere quattrocentotrentaquattro) naturali e consecutivi, decorrenti dalla data del relativo verbale di consegna dei lavori del "lotto 1 - Consolidamento banchina dedicata all'Ammiraglio Millo";
- b) In complessivi **giorni 504** (in lettere cinquecentoquattro) naturali e consecutivi, decorrenti dalla data del relativo verbale di consegna dei lavori del "lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati".

Per l'impianto di cantiere è stato assegnato per ciascuno dei due lotti un trentesimo, da intendersi già conteggiato nei termini di ultimazione dei lavori suindicati.

L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza dei crono-programmi dei lavori che potranno fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione Appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

In caso di mancato rispetto dei termini indicati per l'esecuzione delle opere, anche con riferimento ai lotti consegnati separatamente, verrà applicata la penale di cui all'art. 22, comma 1, del Cap. Gen. n. 145/00, con i limiti previsti dall'art. 117 del D.P.R. n. 554/99 e, quindi, nella misura dello **0,30 per mille**, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo, dell'importo contrattuale del relativo lotto di lavori. Detta penale trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori e nella ripresa degli stessi conseguente ad un verbale di sospensione. Complessivamente l'importo di dette penali irrogate nei modi e nei termini fin qui stabiliti, non può comunque superare il

10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale troverà applicazione l'art. 136 del DLgs. 163/06, in materia di risoluzione del contratto.

Ai sensi dell'art. 23 del Cap. Gen. n. 145/00, è altresì riconosciuto un premio di accelerazione da calcolarsi per ogni giorno di anticipo sul termine finale, nella misura del **0,30 per mille** dell'importo contrattuale del relativo lotto di lavori; detto premio di accelerazione non si applica alle scadenze intermedie o alle ultimazioni parziali.

CAPO III. PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Art.9. ANDAMENTO DEI LAVORI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

L'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che ritenga più opportuno e conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non vada a danno della buona riuscita dei lavori, fermo restando il rispetto delle prescrizioni sulle misure di prevenzione e sicurezza del lavoro sui cantieri e degli interessi dell'Amministrazione Appaltante.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del Direttore dei lavori e del Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione un crono-programma dettagliato di esecuzione dell'opera per singole lavorazioni o categorie di lavoro (tipo Gantt, Pert o simili), che sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto l'Amministrazione Appaltante si riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di una determinata lavorazione entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente per i propri interessi, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto dei crono-programmi predisposti dalla Stazione Appaltante e integranti i progetti esecutivi; tali crono-programmi possono essere modificati o integrati dalla Stazione Appaltante, previo ordine di servizio della Direzione lavori, al verificarsi delle seguenti condizioni:

- per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
- per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione Appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione Appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione Appaltante;
- per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato;
- per esigenze di funzionamento delle attività portuali che potrebbero pregiudicare temporaneamente l'esecuzione di una o più lavorazioni previste.

Art.10. PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI RECUPERO O SCAVO

I materiali provenienti da scavi o demolizioni non necessari, a giudizio della Direzione dei Lavori, alla realizzazione dell'opera e, pertanto, non riutilizzati e/o riutilizzabili in cantiere, restano nella disponibilità dell'appaltatore che ne acquisisce la proprietà, con l'obbligo del corretto smaltimento.

In attuazione dell'art. 36 del Capitolato Generale d'Appalto ed a sua integrazione, i sopra citati materiali devono essere quindi trasportati e conferiti in discarica autorizzata a cura, spese e sotto la piena e completa responsabilità dell'Appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato di ogni onere con i corrispettivi contrattuali previsti.

I materiali provenienti da scavi o demolizioni ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori per essere riutilizzati, resteranno invece di proprietà dell'Amministrazione Appaltante, e per essi il Direttore dei lavori potrà ordinare all'Appaltatore la selezione, l'accatastamento e lo stoccaggio in aree idonee del cantiere, intendendosi di ciò compensato con i prezzi degli scavi e delle demolizioni relative. Tali materiali potranno essere riutilizzati dall'Appaltatore nelle opere da realizzarsi solo su ordine del Direttore dei lavori, e dopo avere pattuito il prezzo, eventualmente da detrarre dal prezzo della corrispondente lavorazione se non già contemplato (art. 36 del D.M. LL.PP. n. 145/2000).

Art.11. PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI - RINVENIMENTI

Tutti gli oggetti mobili ed immobili di valore storico, archeologico, artistico inclusi i frammenti rinvenuti casualmente durante la realizzazione di lavorazioni previste, dovranno essere consegnati dall'appaltatore alla Stazione Appaltante. L'appaltatore dovrà

tempestivamente informare la D.L. e allo stesso tempo, in funzione di quanto espressamente autorizzato dalla stessa D.L. e dagli organi preposti alla tutela dei beni storici-architettonici ed archeologici dovrà depositare gli oggetti mobili in idonei locali e provvedere all'adeguata protezione di quanto non risulterà possibile rimuovere.

L'Amministrazione provvederà al rimborso di tutte le spese espressamente ordinate e sostenute dall'Appaltatore per attuare le operazioni speciali finalizzate alla conservazione dei reperti e per la cui esecuzione sia stato, eventualmente, necessario l'intervento di maestranze altamente specializzate (art. 35 Cap. Gen. n. 145/00).

Per quanto concerne rinvenimenti in corso d'opera di cadaveri, tombe, sepolcri e scheletri umani l'impresa dovrà immediatamente comunicarli alla D.L. e alle forze di pubblica sicurezza; lo stesso vale in caso di ritrovamenti di ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi natura. L'appaltatore non potrà alterare quanto ritrovato né demolirlo né rimuoverlo senza specifica autorizzazione della Stazione Appaltante.

CAPO IV. SOSPENSIONI O RIPRESE DEI LAVORI

Art.12. SOSPENSIONE – RIPRESA E PROROGHE DEI LAVORI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 – Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 – Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

La Direzione lavori potrà ordinare la sospensione dei lavori in conformità a quanto previsto dall'art. 24 del vigente capitolato generale d'appalto (D.M. LL.PP. n. 145/2000) secondo le relative disposizioni contenute nell'art. 133 del regolamento generale sui LL.PP. D.P.R. 554/99.

Cessate le cause della sospensione la Direzione dei lavori ordina la ripresa dei lavori redigendo l'apposito verbale. L'Appaltatore che ritenga essere cessate le cause che hanno determinato la sospensione dei lavori senza che sia stata disposta la loro ripresa, può diffidare per iscritto il Responsabile del procedimento a dare le necessarie disposizioni alla Direzione dei lavori perché provveda alla ripresa dei lavori stessi.

Nessun diritto per compensi od indennizzi spetterà all'Appaltatore in conseguenza delle ordinate sospensioni, la cui durata peraltro sarà aggiunta al tempo utile per l'ultimazione dei lavori.

I verbali di sospensione e ripresa dei lavori saranno firmati dal Direttore dei lavori e dall'Appaltatore e trasmessi al Responsabile del procedimento entro 5 giorni dalla data della loro redazione.

Nell'interesse dell'Amministrazione Appaltante, previo accordo della Direzione lavori e del Responsabile del procedimento, sono ammesse sospensioni parziali dei lavori, nel relativo verbale dovranno essere riportate le opere o le lavorazioni per cui si intendono interrotti i tempi di esecuzione.

Le eventuali sospensioni illegittime sono regolate e normate dall'articolo 25 del D.M. LL.PP. n. 145/2000.

Qualora l'Appaltatore, per cause a lui non imputabili, ovvero da comprovate circostanze eccezionali e imprevedibili, prevedesse di non potere compiere i lavori entro il termine pattuito, potrà chiedere la proroga, da presentare prima della scadenza dei termini di ultimazione lavori, la risposta in merito all'istanza di proroga è resa dal Responsabile del procedimento, sentito il Direttore dei lavori, entro 30 giorni dal suo ricevimento (art. 26 D.M. LL.PP. n. 145/2000).

La concessione della proroga annulla l'applicazione della penale, fino allo scadere della proroga stessa.

A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'Appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso Appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione Appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.

Qualora l'Amministrazione Appaltante intenda eseguire ulteriori lavori, o lavori non previsti negli elaborati progettuali, sempre nel rispetto della normativa vigente, se per gli stessi sono necessari tempi di esecuzione più lunghi di quelli previsti nel contratto, la Stazione Appaltante, a proprio insindacabile giudizio, procederà a stabilire una nuova ultimazione dei lavori fissandone i termini con apposito atto deliberativo.

In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

CAPO V. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

Art.13. CAUZIONE PROVVISORIA

In base all'art. 75 del D.Lgs. 163/2006, l'Impresa dovrà disporre di una fidejussione bancaria o assicurativa pari al **2%** dell'importo dei lavori al momento della presentazione delle offerte, con l'impegno del fidejussore a rilasciare la garanzia fidejussoria definitiva, qualora l'offerente risultasse aggiudicatario.

La cauzione provvisoria realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione Appaltante.

La validità della fidejussione bancaria o polizza assicurativa relativa alla cauzione provvisoria dovrà avere validità per almeno 180 giorni dalla data di presentazione dell'offerta.

La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Ai non aggiudicatari la cauzione verrà restituita entro 30 giorni dall'aggiudicazione.

Art.14. CAUZIONE DEFINITIVA

Al momento della stipulazione del contratto l'Impresa aggiudicataria dovrà costituire una garanzia fidejussoria nella misura del **10%** sull'importo dei lavori, secondo quanto disposto dall'art. 113 del D.Lgs. 163/2006.

In caso di ribasso d'asta superiore al 10% la garanzia fidejussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti la predetta percentuale di ribasso; ove il ribasso sia superiore al 20% l'aumento è pari a 2 punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%, secondo quanto disposto dall'art. 113, comma 1, del D.Lgs. 163/2006.

La cauzione definitiva realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione Appaltante.

La garanzia fideiussoria di cui al comma 1 è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75 per cento dell'iniziale importo garantito. Lo svincolo, nei termini e per le entità anzidetti, è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. L'ammontare residuo, pari al 25 per cento dell'iniziale importo garantito, è svincolato secondo la normativa vigente. Sono nulle le eventuali pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

La mancata costituzione della garanzia determinerà la revoca dell'affidamento e l'incameramento della cauzione provvisoria da parte dell'Amministrazione Appaltante, che aggiudicherà l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

La garanzia copre gli oneri per il mancato o inesatto adempimento dei lavori e degli obblighi dell'Impresa e cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo provvisorio.

L'Amministrazione Appaltante, per esercitare i diritti ad essa spettanti sulla cauzione, a norma del comma precedente, potrà procedere alla liquidazione d'ufficio delle sole sue pretese, imputandone il relativo ammontare alla cauzione.

L'Appaltatore dovrà reintegrare la cauzione, della quale la Stazione Appaltante abbia dovuto valersi in tutto o in parte.

In caso di varianti in corso d'opera che aumentino l'importo contrattuale, se ritenuto opportuno dalla Stazione Appaltante, l'Impresa dovrà provvedere a costituire un'ulteriore garanzia fidejussoria, per un importo pari al 10% del valore aggiuntivo del contratto iniziale.

Art.15. RIDUZIONE DELLE GARANZIE

Ai sensi dell'art. 75, comma 7, del D.Lgs. 163/2006 l'importo della cauzione provvisoria è ridotto del cinquanta per cento per gli operatori economici ai quali venga rilasciata, da organismi accreditati, ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000, ovvero la dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema. Per fruire di tale beneficio, l'operatore economico segnala, in sede di offerta, il possesso del requisito, e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.

L'importo della cauzione definitiva è ridotto al 50 per cento per l'appaltatore in possesso delle medesime certificazioni o dichiarazioni di cui comma precedente.

Art.16. COPERTURA ASSICURATIVA A CARICO DELL'IMPRESA

Ai sensi dell'articolo 129 comma 1 del Codice dei contratti, l'Appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione Appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati e che copra i danni subiti dalla stessa Stazione Appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

Tale assicurazione contro i rischi dell'esecuzione deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto; il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi non deve essere inferiore a Euro 500.000; tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione Appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della Direzione dei lavori e dei collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione Appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

La garanzia assicurativa prestata dall'Appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'Appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 23, comma 7, del decreto legislativo n. 406 del 1991 e dall'articolo 37, comma 5, del D.Lgs. 163/2006, la garanzia assicurativa prestata dalla mandataria capogruppo copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

Art.17. ONERI, OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 – Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 – Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Oltre agli oneri previsti nella descrizione delle opere da eseguire di cui al presente capitolato, nell'elenco prezzi, al Regolamento generale, al capitolato generale d'appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:

- la fornitura del cantiere attrezzato in relazione alla entità dell'opera con tutti i più moderni perfezionati impianti per assicurare la perfetta esecuzione di tutte le opere da costruire compreso la delimitazione del cantiere con segnalazione diurna e notturna conforme alle normative e leggi vigenti;
- l'apposizione e il mantenimento dei cartelli stradali di segnalamento, di delimitazione e dei dispositivi che assicurino la visibilità notturna nei cantieri su strada e relative pertinenze, in conformità al nuovo codice della strada (D.Lgs. 285/1992) e al relativo regolamento di esecuzione e di attuazione vigente;
- le tettoie e i parapetti a protezione di strade aperte al pubblico site nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere;
- l'apposizione di almeno una tabella informativa all'esterno del cantiere di dimensioni minime di 200 x 150 cm, e la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, con le indicazioni usuali come previste dalla Circ. Min. LL.PP. n. 1729/UL del 01 giugno 1990; in caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito all'Amministrazione verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità;
- provvedere al tracciamento delle opere con i mezzi, attrezzature e strumentazione scientifica con il proprio personale tecnico e relativa mano d'opera necessari per predisporre i lavori in conformità agli elaborati progettuali o agli ordini impartiti dalla Direzione lavori;
- il nolo, ed il degradamento degli attrezzi, degli utensili e dei macchinari e di tutte le opere provvisoriale in genere, nessuna esclusa, e di quanto occorra alla esecuzione piena e perfetta dei lavori e dei loro spostamenti;
- le verifiche, i sondaggi, gli apparecchi, gli utensili ed il personale occorrente per l'accertamento delle misure, sia in corso d'opera per la contabilità che in sede di collaudo dei lavori, solo escluso l'onorario per i collaudatori, compreso l'eventuale rifacimento in pristino stato di opere dal giorno della consegna fino al collaudo compiuto;
- i passaggi, le occupazioni temporanee, l'uso delle località di scarico definitivo ed il risarcimento dei danni per qualunque causa arrecati;
- l'immediato sgombero del suolo pubblico delle aree di cantiere e di deposito, in caso di richiesta della Direzione lavori;
- la custodia e sorveglianza, diurna e notturna, anche festiva compreso l'onere per la buona conservazione delle opere realizzate e dell'intero cantiere fino a collaudo ultimato;
- le imposte di registro e bollo e tutte le altre imposte e tasse anche se stabilite posteriormente alla stipulazione del contratto, sia ordinarie che straordinarie, presenti e future;
- ogni qualsiasi spesa conseguente ed accessoria, anche se non espressamente qui indicata;
- l'esecuzione di tutti i modelli e campioni dei lavori e materiali che potessero venire richiesti dalla Direzione lavori o dal collaudatore;
- le analisi delle caratteristiche dei materiali inerti, dei bitumi e delle miscele di conglomerati da sottoporre all'accettazione della Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori (*prove preliminari di qualificazione*);
- l'esecuzione presso gli Istituti incaricati ovvero di laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione Appaltante, di tutte le prove e gli assaggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione lavori o dal collaudatore sui materiali impiegati e da impiegarsi nelle lavorazioni in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi (*prove di qualità in corso d'opera – prove finali e di collaudo*);
- dare comunicazione alla Direzione lavori nei tempi e modalità stabiliti dallo stesso, nei riguardi di notizie sul numero di operai per giorno, con nominativo e qualifica, ore lavorative e livello retributivo, giorni in cui non si è lavorato e motivo e i lavori

eseguiti; la mancata ottemperanza, o il ritardo di oltre 10 giorni, da parte dell'Appaltatore a quanto suddetto sarà considerata grave inadempienza contrattuale;

- l'eventuale conservazione, dei campioni muniti di sigilli e firme della Direzione lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità;
- i pagamenti degli operai, secondo le norme dei contratti di lavoro vigenti;
- la fornitura di fotografie delle opere in corso dei vari periodi dell'appalto, in particolare modo per lavorazioni di particolare complessità o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a semplice richiesta della Direzione lavori, corrispondente ad ogni stato di avanzamento nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta richiesti dalla Direzione lavori;
- l'adozione nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati;
- lo sgombero e la pulizia del cantiere entro 7 giorni dal verbale di ultimazione dei lavori, dei mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;
- la pulizia continua degli ambienti circostanti il cantiere qualora la sporcizia sia derivante dal cantiere;
- ogni onere e responsabilità, sia civile che penale inerente ai lavori appaltati sia verso la Stazione Appaltante che verso terzi e ciò nonostante il diritto di sorveglianza e direzione da parte della Stazione Appaltante;
- il rispetto di quanto previsto dal Regolamento per il controllo delle composizioni azionarie dei soggetti aggiudicatari ai OO.PP di cui al D.P.R. 11 febbraio 1991, n. 197.
- all'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la prova dell'avvenuta assicurazione contro gli infortuni sul lavoro per tutta la durata dei lavori appaltati, inoltre dovrà dare prova dell'avvenuta comunicazione dell'apertura del cantiere alla Cassa Edile, enti previdenziali e assicurativi quali: I.N.P.S., I.N.A.I.L. e Ispettorato del lavoro.

Oltre a provvedere alle assicurazioni e previdenze di obbligo nei modi e termini di legge, rimanendo la Stazione Appaltante completamente estranea a tali pratiche ed ai relativi oneri rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore il soccorso ai feriti, ivi comprese le prime immediate cure di assistenza medica e farmaceutica.

A garanzia di tali obblighi sulla tutela dei lavoratori si effettuerà sull'importo complessivo netto dei lavori, ad ogni stato di avanzamento una particolare ritenuta dello **0,50%**.

In caso di trascuratezza da parte dell'Appaltatore nell'adempimento dei suddetti obblighi, vi provvederà la Stazione Appaltante, avvalendosi della ritenuta di cui sopra, senza pregiudizio, in alcun caso, delle eventuali peggiori responsabilità dell'Appaltatore verso gli aventi diritto.

Potranno essere fatte ulteriori ritenute sul credito dell'appaltatore fino a raggiungere l'importo della somma necessaria, qualora la ritenuta di cui sopra non fosse sufficiente. L'importo delle ritenute fatte per lo scopo sopra detto ed eventualmente non erogate, sarà restituito all'Appaltatore con l'ultima rata di acconto.

Ogni più ampia responsabilità in caso di infortunio, ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restandone sollevata la Stazione Appaltante, nonché il personale preposto alla Direzione ed alla sorveglianza.

All'impresa aggiudicataria è fatto assoluto divieto di dare qualsiasi tipo di ordine o disposizione ai cantonieri o al personale di sorveglianza dell'Amministrazione Appaltante.

L'Impresa appaltatrice dovrà usare tutte le cautele e assicurazioni possibili nell'eseguire opere di sbancamento, allargamenti o di altre lavorazioni che possano interferire o arrecare danno ai servizi sotterranei e/o aerei, quali: cavi della linea elettrica, cavi della telefonia, tubi per condotte di acqua, tubi per l'erogazione del gas e quanto altro.

Pertanto, l'Impresa dovrà preventivamente rivolgersi ai diversi Enti erogatori di servizi, affinché questi segnalino (ubicazione e profondità) all'interno dell'area di cantiere, il passaggio e la posizione esatta delle condotte, cavi e servizi presenti, affinché si possano eseguire i lavori con quelle cautele opportune per evitare qualsiasi tipo di danno ai servizi stessi.

Qualora nonostante la cautele usate si dovessero manifestare danni alle condotte, cavi o altri servizi, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei lavori.

In caso di eventuali danneggiamenti prodotti ai servizi, sopra indicati, questa Amministrazione rimarrà comunque sollevata da ogni risarcimento danni e da ogni responsabilità sia civile che penale che ne consegue.

Rimane ben fissato che anche nei confronti di proprietari di opere, di qualsiasi genere e tipo, danneggiate durante l'esecuzione dei lavori, l'unica responsabile resta l'Impresa, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione Appaltante, da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Art.18. SUBAPPALTO E COTTIMO

È consentito l'affidamento in subappalto o in cottimo, previa autorizzazione scritta dell'Amministrazione Appaltante o per scadenza dei termini indicati dall'art. 118, comma 2 del D.Lgs. 163/2006, a tutte le lavorazioni a qualunque categoria appartengano tra quelle indicate all'art. 4 del presente Capitolato, tranne che per la categoria prevalente la cui quota parte subappaltabile non dovrà in ogni caso essere superiore al 30%.

L'affidamento in subappalto o in cottimo è concesso alle condizioni stabilite dall'art. 118 del D.Lgs. 163/2006, ovvero le condizioni per ottenere l'autorizzazione al subappalto sono le seguenti:

- 1) che i concorrenti all'atto dell'offerta o l'affidatario, nel caso di varianti in corso di esecuzione, all'atto dell'affidamento, abbiano indicato i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che intendono subappaltare o concedere in cottimo;
- 2) che l'affidatario provveda al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione Appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni;
- 3) che al momento del deposito del contratto di subappalto presso la Stazione Appaltante l'affidatario trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di qualificazione prescritti dal Codice dei contratti in relazione alla prestazione subappaltata e la dichiarazione del subappaltatore attestante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 38 del Codice dei Contratti;
- 4) che non sussista, nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni. L'affidatario corrisponde gli oneri della sicurezza, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la Stazione Appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ovvero il direttore dell'esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

Il bando di gara potrà stabilire se i pagamenti al subappaltatore o al cottimista saranno effettuati direttamente dalla Stazione Appaltante oppure per il tramite dell'affidatario. Nel primo caso gli affidatari comunicano alla Stazione Appaltante la parte delle prestazioni eseguite dal Subappaltatore, indicando il relativo importo e la proposta motivata di pagamento.

Quando invece il subappaltatore o cottimista è liquidato dall'affidatario, quest'ultimo entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento, dovrà trasmettere copia delle fatture quietanzate con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate. In difetto la Stazione Appaltante sospenderà il successivo pagamento a favore degli Affidatari.

L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà, inoltre, praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20%.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.

L'Appaltatore è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori; è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà inoltre:

- trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, copia della documentazione, riferita alle imprese subappaltatrici, di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi ed infortunistici;
- trasmettere alla Stazione Appaltante il Documento Unico di Regolarità Contributiva (DURC) propedeutico al pagamento degli Stati di Avanzamento dei lavori o dello Stato finale. Il suddetto documento sarà comprensivo della verifica della congruità della incidenza della manodopera relativa allo specifico contratto affidato al fine di contrastare il fenomeno del lavoro sommerso ed irregolare.

L'affidatario è responsabile del coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, rendendo coerenti tra loro i piani di sicurezza che saranno successivamente messi a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. Sarà compito del direttore tecnico verificare il rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Il contratto di subappalto dovrà contenere una dichiarazione circa l'insussistenza di forme di collegamento (art. 2359 c.c.) con la ditta affidataria del subappalto o cottimo. Le prestazioni effettuate in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto.

È considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di mano d'opera, quali le forniture con posa in opera o i noli a caldo alle due seguenti condizioni concorrenti:

- che l'importo di dette attività di subappalto sia superiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o superiore a 100.000 Euro;
- che l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare in subappalto.

Art.19. REQUISITI DI SICUREZZA DEL CANTIERE

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, l'Appaltatore redige e consegna alla Stazione Appaltante:

- 1) eventuali proposte integrative dei piani di sicurezza e di coordinamento redatti ai sensi dell'Art. 100 ed allegato XV del D.Lgs 81/08;
- 2) un piano operativo di sicurezza ai sensi dell'art. 89, comma1, lettera h e dell'allegato XV del D.Lgs 81/08, per ciascuno dei due lotti di lavori, per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui al punto 1).

L'Impresa appaltatrice è obbligata ad applicare nei confronti dei dipendenti occupati nei lavori di cui al presente capitolato speciale le condizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi nazionali di lavoro e dagli accordi integrativi locali nonché ad assolvere gli obblighi inerenti la Cassa Edile e gli Enti assicurativi e previdenziali.

L'Impresa appaltatrice è obbligata, altresì, a prevedere l'osservanza delle norme sugli ambienti di lavoro e delle disposizioni dei contratti collettivi nazionali di lavoro sulla stessa materia e a dare, inoltre, informazione ai lavoratori ed alle loro rappresentanze sindacali in merito ai rischi di infortunio e di malattie professionali che la realizzazione dell'opera presenta nelle diverse fasi.

In caso di inosservanza degli obblighi sopradetti l'Amministrazione Appaltante, oltre ad informare gli organi competenti e fatte salve le responsabilità di carattere penale, procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione o alla sospensione di pagamenti a saldo se i lavori sono ultimati, la procedura verrà applicata nei confronti dell'appaltatore anche quando vengano accertate le stesse inosservanze degli obblighi sopra detti da parte delle ditte subappaltatrici.

Sulle somme detratte non saranno corrisposti interessi per qualsiasi titolo.

Tanto l'Impresa appaltatrice quanto l'Appaltatore incorrono nelle responsabilità previste a loro carico dal D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i., in materia di misure di sicurezza antinfortunistica dei lavoratori in caso di violazione delle stesse.

I piani operativi di sicurezza o le eventuali proposte integrative presentate alla Stazione Appaltante, devono essere sottoscritti oltre che dallo stesso Appaltatore anche dal Direttore del cantiere e dal Progettista.

A pena di nullità del contratto di appalto, i piani di sicurezza e di coordinamento, nonché i piani operativi di sicurezza del cantiere saranno allegati e formano parte integrante del contratto stesso.

Ai sensi dell'art. 131, comma 3, del D.Lgs. 163/2006, le gravi o ripetute violazioni dei piani suddetti da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiranno causa di risoluzione del contratto.

Il Direttore di cantiere e il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei piani di sicurezza.

L'Amministrazione Appaltante dovrà attenersi alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili riportate nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i., Pertanto i soggetti come il Committente (Dirigente del settore LL.PP.), Responsabile dei lavori (Responsabile del procedimento), Coordinatore per la progettazione, Coordinatore per l'esecuzione, i lavoratori autonomi che esercitano la propria attività nel cantiere, l'Impresa appaltatrice (ovvero il Datore di lavoro) e i rappresentanti per la sicurezza si dovranno riferire agli obblighi e alle prescrizioni contenute dallo stesso D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

L'Amministrazione Appaltante tramite il Responsabile dei lavori dovrà trasmettere all'organo di vigilanza territoriale competente, prima dell'inizio dei lavori, la notifica conforme all'art. 99 del D.Lgs. 81/08, e una sua copia deve essere affissa in maniera visibile presso il cantiere e custodita a disposizione dell'organo di vigilanza territorialmente competente.

I piani di sicurezza devono essere trasmessi, a cura del committente, a tutte le imprese invitate a presentare offerte per l'esecuzione dei lavori.

L'Impresa che si aggiudica i lavori, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, può presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento, ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso. In nessun caso, le eventuali modifiche o integrazioni possono giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti in sede di gara.

I relativi oneri per l'applicazione delle misure di sicurezza previste nei relativi piani, di cui all'art. 131 del D.Lgs. 163/2006 è determinato in complessivi **Euro 178.011,73** ed è posto a carico dell'Appaltatore e non sono soggetti a ribasso d'asta.

Art.20. DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa ha l'obbligo di comunicare al Responsabile del procedimento e al Direttore dei lavori il nominativo del Direttore tecnico del cantiere, che sarà un tecnico abilitato e iscritto al relativo Albo o Collegio professionale, competente per legge, all'espletamento delle mansioni inerenti ai lavori da eseguire.

Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento o il licenziamento degli agenti, dei capi cantiere e degli operai dell'Appaltatore per insubordinazione, per incapacità o per grave negligenza.

L'impresa deve garantire la copertura del ruolo di Direttore tecnico di cantiere per tutta la durata dei lavori e l'eventuale sostituzione di questa figura dovrà essere comunicata tempestivamente con lettera raccomandata alla Stazione Appaltante; in caso di mancata sostituzione i lavori sono sospesi ma il periodo di sospensione non modifica il termine di ultimazione dei lavori stessi.

Art.21. DIRETTORE DEI LAVORI

Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, l'Amministrazione aggiudicatrice, ai sensi dell'art. 123 del Reg. n. 554/99, istituisce un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il Direttore dei lavori, ove provveda alla consegna dei lavori, è tenuto ad acquisire, prima che i lavori abbiano inizio, copia della documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assicurativi e antinfortunistici.

Il Direttore dei lavori dovrà annotare nel verbale di consegna dei lavori, qualora si provveda sotto riserva di legge, l'avvenuta predisposizione e consegna dei piani di sicurezza previsti dal presente capitolato speciale, verificando nel contempo la sottoscrizione degli stessi.

Ai sensi dell'art. 128 del Reg. n. 554/99 il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'appaltatore mediante un ordine di servizio redatto in due copie sottoscritte dal Direttore dei Lavori emanante e comunicate all'appaltatore che le restituisce firmate per avvenuta conoscenza.

L'ordine di servizio dovrà necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

Il Direttore dei lavori dovrà, inoltre, comunicare tempestivamente alla Stazione Appaltante l'eventuale esecuzione dei lavori da parte di imprese non autorizzate o l'inosservanza dei piani di sicurezza o la accertata violazione delle norme contrattuali o delle leggi sulla tutela dei lavoratori, ferme restando le responsabilità civili e penali previste dalle vigenti norme a carico dell'Impresa e del Direttore tecnico di cantiere.

CAPO VI. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A MISURA

Art.22. CRITERI CONTABILI PER LA LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Si procederà, quindi, a contabilizzare i lavori e gli oneri separatamente, con atti e documenti contabili indipendenti.

22.1 VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'Appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

Per i lavori a misura l'importo degli stessi sarà desunto dai registri contabili che dovranno indicare qualità, quantità, prezzo unitario e prezzo globale.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti offerti in sede di gara dall'Appaltante, e, a tale scopo, riportati dallo stesso sulla "lista", che costituiscono i prezzi contrattuali, o i prezzi dell'elenco posto a base di gara al netto del ribasso di aggiudicazione.

Gli oneri per la sicurezza vengono sempre individuati dalla percentuale indicata all'art. 2 del presente capitolato riferita al totale delle lavorazioni effettuate a misura.

22.2 VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA

La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dalle norme vigenti.

Gli oneri per la sicurezza, per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati separatamente con gli stessi criteri.

CAPO VII. DISCIPLINA ECONOMICA

Art.23. ANTICIPAZIONE E PAGAMENTI IN ACCONTO

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Si procederà, quindi, a contabilizzare i lavori e gli oneri separatamente, con atti e documenti contabili indipendenti.

L'Amministrazione Appaltante non concederà, in qualsiasi forma, nessuna anticipazione sull'importo contrattuale.

Per quanto stabilito in premessa, l'appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera, mediante emissione di certificato di pagamento, ogni volta che i lavori eseguiti nel singolo lotto, contabilizzati ai sensi degli articoli 22 del presente capitolato, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al successivo

comma 3, un importo non inferiore a € 300.000,00 entro i 30 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti, la D.L. dovrà redigere la relativa contabilità e il responsabile del procedimento emetterà, entro lo stesso termine, il conseguente certificato di pagamento.

A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta del 5% (art. 7 Cap. Gen. 145/00) da liquidarsi in sede di conto finale dopo l'approvazione del collaudo provvisorio.

La Stazione Appaltante provvederà al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 giorni, mediante emissione dell'apposito mandato di pagamento.

Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 (novanta) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, dovrà provvedere alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al primo comma.

Art.24. CONTO FINALE E PAGAMENTI A SALDO

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Si procederà, quindi, a contabilizzare i lavori e gli oneri separatamente, con atti e documenti contabili indipendenti.

Il conto finale dei lavori del singolo lotto dovrà essere redatto entro giorni 60 (in lettera sessanta) dalla data del relativo certificato di ultimazione sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale sarà accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo ai sensi del successivo comma 3.

Il conto finale dei lavori del singolo lotto dovrà essere sottoscritto dall'appaltatore, su invito del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 (trenta) giorni; se l'appaltatore non firmerà il conto finale nel termine indicato, o se lo firmerà senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si riterrà da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento dovrà redigere, in ogni caso, una sua relazione al conto finale.

Il pagamento della rata di saldo del singolo lotto, disposto previa garanzia fidejussoria ai sensi dell'art. 129 del Codice dei contratti, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, secondo comma, del codice civile e dovrà avvenire entro 90 (novanta) giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio del singolo lotto.

La garanzia fideiussoria, di cui al precedente comma 3, dovrà essere costituita alle condizioni previste dai commi 1 e 3 dell'art. 102 del Reg. n. 554/99 e cioè, di importo pari al saldo maggiorato del tasso d'interesse legale applicato per il periodo che intercorrerà tra il collaudo provvisorio e il collaudo definitivo.

Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del codice civile, l'appaltatore risponderà per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto Appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Art.25. RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E NEI PAGAMENTI

Non saranno dovuti interessi per i primi 45 (quarantacinque) giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'art. 23 ("pagamenti in acconto") del presente capitolato e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione Appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, saranno dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito DM di cui all'art. 133, comma 1, del D.Lgs. 163/2006.

Non saranno dovuti interessi per i primi 30 (trenta) giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine, nel caso di mancato pagamento da parte della Stazione Appaltante, saranno dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spetterà all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito DM di cui all'art. 133, comma 1, del D.Lgs. 163/2006.

Il pagamento degli interessi di cui al presente articolo avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve.

È facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, ovvero nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'art. 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione Appaltante non provvederà contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione Appaltante, promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 (sessanta) giorni dalla data della predetta costituzione in mora, in applicazione dell'art. 133, comma 1, del D.Lgs. 163/2006.

Non saranno dovuti interessi per i primi 90 (novanta) giorni intercorsi tra l'emissione del certificato di collaudo provvisorio ed il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine, nel caso di mancato pagamento da parte della Stazione Appaltante, saranno dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo. Trascorso infruttuosamente anche questo ultimo termine spetteranno all'appaltatore gli interessi di mora sino al pagamento.

Art.26. REVISIONE PREZZI E PREZZO CHIUSO

Ai sensi dell'art. 133, comma 2, del D.Lgs 163/2006, e successive modifiche e integrazioni, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, primo comma, del codice civile.

Ai sensi dell'art. 133 comma 3 del D.Lgs 163/2006, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale (fissata, con decreto del Ministro dei lavori pubblici da emanare entro il 30 giugno di ogni anno) da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2%, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.

Art.27. DISPOSIZIONI RELATIVE AI PREZZI DI ELENCO - INVARIABILITÀ DEI PREZZI

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono comprensivi:

- a) per i materiali pronti all'uso a piè d'opera in qualsiasi parte del cantiere: ogni spesa per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi ecc.
- b) per gli operai e mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- c) per i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;
- d) tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio. Essi sono fissi ed invariabili; però l'Amministrazione si riserva la facoltà di rivedere e modificare i prezzi di appalto alle condizioni e nei limiti di cui alle disposizioni legislative vigenti all'atto dell'aggiudicazione.

Art.28. CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'art. 117 del D.Lgs. 163/2006 e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione Appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal responsabile del procedimento.

Art.29. OBBLIGHI DI TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 3 della Legge n. 136 del 13.08.2010 e ss.mm.ii., tutti i pagamenti corrisposti all'appaltatore e, da questi, ai fornitori ed agli eventuali sub-appaltatori, dovranno essere pienamente tracciabili.

A tale proposito, l'Appaltatore, entro 10 giorni dalla data di aggiudicazione definitiva, è obbligato a comunicare alla Stazione Appaltante, i dati relativi al conto corrente dedicato per il pagamento dei corrispettivi relativi ai lavori di cui al presente appalto, specificando l'intestazione del conto corrente, le coordinate dello stesso, le generalità delle persone delegate ad operare su tale conto e dichiarando l'assunzione dell'obbligo di rispetto, per tutti i sub-pagamenti di fornitori e sub-appaltatori, della piena e completa tracciabilità dei flussi finanziari ai sensi della Legge n. 136 del 13.08.2010 e ss.mm.ii., pena risoluzione di diritto del contratto, ai sensi dell'art. 3, comma 9bis della stessa Legge.

Art.30. VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE

Gli elaborati di progetto devono ritenersi documenti atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle opere oggetto dell'appalto.

La Stazione Appaltante, tramite il Direttore dei lavori, potrà introdurre delle varianti in corso d'opera al progetto, esclusivamente nei casi previsti dall'art. 132 del D.Lgs. 163/2006 ai punti a), b), c), d) ed e); senza che perciò l'Impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno, nei limiti della normativa vigente.

L'Appaltatore non può per nessun motivo introdurre di sua iniziativa variazioni o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali se non è stato autorizzato per iscritto dalla Direzione dei lavori. Pertanto le varianti adottate arbitrariamente dall'impresa esecutrice dei lavori non saranno ricompensate da parte della Stazione Appaltante.

Il Direttore dei lavori potrà disporre interventi i quali non rappresentino varianti e non saranno quindi sottoponibili alla relativa disciplina, volti a risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella di cui all'art. 2 del presente capitolato speciale e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Saranno inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione Appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempreché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

Art.31. VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI

Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, tali da pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, si rendano necessarie varianti eccedenti il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione Appaltante procede, ai sensi dell'art. 132, comma 4, del D. Lgs. 163/2006, alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.

La risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario.

Art.32. PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

Le varianti dovranno essere valutate mediante l'applicazione dei prezzi contrattuali e, nel caso in cui l'elenco di progetto non li preveda, si procederà alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, coi criteri dettati dall'art. 136 del D.P.R. n. 554/99 ricavandoli mediante comparazione con quelli di fornitura, prestazioni e lavori simili già inclusi nel contratto o, nel caso in cui ciò non risultasse possibile, deducendoli totalmente o parzialmente da nuove analisi basate sui listini prezzi in vigore alla data dell'offerta, emessi da enti ed organizzazioni ufficialmente riconosciuti ed accettati dall'Ente Appaltante. In assenza di listini, le analisi indirizzate alla formazione dei nuovi prezzi dovranno basarsi sui costi di mercato in contraddittorio. L'Ente Appaltante, potrà pertanto, riservarsi il diritto di indagini, verifiche ed accettazioni.

E' opportuno precisare che i prezzi utilizzati per la redazione dell'"Elenco prezzi unitari" di progetto sono: il "Listino prezzi delle opere pubbliche" della Regione Puglia, adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 905/08 e pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 104 del 01 Luglio 2008 ed il Prezzario del Genio Civile di Roma edito dalla DEI (pubblicazione 2008). I prezzi da questi desunti, sono stati ridotti di una percentuale pari al 10%, in ragione delle considerevoli entità e ripetitività delle lavorazioni.

I lavori ordinati per iscritto dalla D.L. ed eseguiti in aggiunta o variante a quelli previsti dal progetto verranno valutati con l'applicazione dei prezzi della lista delle categorie di lavoro allegata al contratto.

Nei casi in cui le opere prescritte non saranno previste nell'elenco di progetto, l'Appaltatore, prima della loro eventuale esecuzione, dovrà per tempo comunicare alla D.L. l'esigenza di ricorrere alla definizione di nuovi prezzi presentando, per questo, una richiesta scritta munita delle analisi e dei dati utili al fine della determinazione dei prezzi. La D.L. non prenderà in considerazione richieste relative alla possibilità di concordare nuovi prezzi inerenti materiali o forniture già ordinati dall'Impresa e/o opere già in corso o concluse.

Nel caso di mancata formazione di nuovi prezzi, l'Appaltatore avrà, in ogni caso, l'obbligo di realizzare i lavori e le forniture prescritte dall'Ente Appaltante; in questo caso la D.L. avrà il compito di contabilizzare tali opere in relazione ai prezzi soggettivamente ritenuti giusti; in assenza di riserve da parte dell'Appaltatore negli atti contabili nei modi previsti dal D.P.R. 554/99, i prezzi s'intenderanno definitivamente accettati.

CAPO VIII. CONTROLLI

Art.33. CONTROLLI – PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone lo stato.

La Direzione dei lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento. Sempre nel caso in cui l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio le misurazioni delle opere compiute, per la Direzione lavori sono sufficienti due testimoni per l'accertamento delle lavorazioni compiute da inserire nelle contabilità dell'appalto.

Il Direttore dei lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla precostituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza.

La formulazione delle riserve dovrà effettuarsi mediante lettera raccomandata.

Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico.

Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei lavori farà le sue controdeduzioni.

Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali.

CAPO IX. SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO

Art.34. COLLAUDI E INDAGINI ISPETTIVE

L'esecuzione di tutte le opere previste viene affidata mediante unico appalto sebbene la progettazione sia articolata in due lotti distinti: "Lotto 1 - Consolidamento della banchina dedicata all'Ammiraglio Millo" e "Lotto 2 - Manutenzione straordinaria e consolidamento banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati". In conseguenza di ciò, le norme seguenti si applicano singolarmente per ciascun lotto.

Il collaudo delle opere verrà eseguito mediante emissione di apposito certificato e le operazioni inerenti devono essere concluse entro sei mesi dalla data di ultimazione lavori (art. 141, comma 1, D.Lgs. 163/2006).

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo: decorso tale termine il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro ulteriori due mesi (art. 141, comma 3, D.Lgs. 163/2006).

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo finale da parte dell'Ente Appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

Nel caso in cui siano disposte indagini ispettive, l'Appaltatore o un suo rappresentante ed il delegato di cantiere dovranno presenziare alle indagini mettendo a disposizione il cantiere, nonché le attrezzature, gli strumenti e il personale necessario per l'esecuzione di verifiche, saggi e prove; rientra fra gli oneri dell'Appaltatore il ripristino delle opere assoggettate a prove o a saggi, compreso quanto necessario al collaudo statico.

Salvo quanto disposto dall'art.1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità e vizi dell'opera ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto Appaltante, prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

L'Amministrazione Appaltante si riserva di nominare il collaudatore anche all'inizio dei lavori, o in corso d'opera (art. 141 comma 7 D.Lgs. 163/2006).

Art.35. PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA DEI LAVORI ULTIMATI

La Stazione Appaltante si riserva di prendere in consegna le opere appaltate anche per parti di volta in volta che risultino ultimati dei lotti funzionali, previa redazione di un verbale di con stazione e di presa in consegna, alle condizioni di cui all'art 200 del DPR 554/99.

Qualora la Stazione Appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.

Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

La presa di possesso da parte della Stazione Appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del R.U.P., in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

Qualora la Stazione Appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato.

Nel corso di consegna anticipata, l'Appaltatore si impegna ad eseguire la manutenzione ordinaria gratuita sino alla data di ultimazione delle operazioni di collaudo ed all'emissione del relativo certificato.

Art.36. CUSTODIA DEL CANTIERE

E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione Appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione Appaltante.

Art.37. CARTELLO DI CANTIERE

L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero uno o più esemplari del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno 100 cm di base e 200 cm di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. del 01 giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici.

CAPO X. MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE**Art.38. DANNI DI FORZA MAGGIORE**

L'Appaltatore deve approntare tutte le provvidenze, le misure e opere provvisorie atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose (art. 14 D.M. LL.PP. 145/2000).

Gli eventuali danni alle opere per causa di forza maggiore dovranno essere denunciati immediatamente e in ogni caso, sotto pena di decadenza, entro 3 (tre) giorni dalla data dell'evento, in modo che si possa procedere alle constatazioni opportune.

I danni saranno accertati in contraddittorio dal Direttore dei lavori che redigerà apposito verbale, secondo i termini dell'art. 139, comma 2, del D.P.R. 554/1999; l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare i lavori, rimanendo inalterata la sola zona del danno e fino all'accertamento di cui sopra.

Il compenso per la riparazione dei danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari, contabilizzati ai prezzi, e condizioni di contratto, con esclusione di danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, ponteggi e attrezzature dell'Appaltatore.

Nessun compenso sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore.

Non saranno considerati danni di forza maggiore gli scoscendimenti di terreno, le sellature, l'interramento delle cunette e l'allagamento dei cavi di fondazione.

La cattiva esecuzione dei lavori e conseguenti rifacimenti potrà comportare l'esclusione della Ditta appaltatrice dai futuri appalti che l'Amministrazione indirà.

Art.39. DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

In osservanza della disposizione di cui all'art. 240, comma 1, del D.Lgs. 163/2006, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare in misura sostanziale e, in ogni caso, non inferiore al 10% dell'importo contrattuale, il Responsabile del procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del Direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo e, sentito l'affidatario, formula all'Amministrazione, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve di cui sopra, proposta motivata di accordo bonario. L'Amministrazione, entro 60 giorni dalla proposta suddetta, delibera in merito con provvedimento motivato. Il verbale di accordo bonario è sottoscritto dall'affidatario.

Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento bonario previsto dal comma 1 dell'art. 240 del D.Lgs. 163/2006, possono essere deferite ad arbitri come riportato nei termini dell'art. 241, comma 1, del D.Lgs. 163/2006.

Nelle more della risoluzione delle controversie l'Appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione Appaltante.

Ai sensi dell'art. 240, comma 19, del D.Lgs. 163/06 il pagamento delle somme riconosciute in sede di accordo bonario deve avvenire entro 60 giorni dalla data di sottoscrizione dell'accordo bonario stesso. Decorso tale termine, l'appaltatore può richiedere gli interessi legali. Ai sensi dell'art. 32, comma 3, del Cap. Gen. n. 145/00, il pagamento delle somme riconosciute negli altri casi deve avvenire entro 60 giorni dalla data di emissione del provvedimento esecutivo con cui sono state definite le controversie. Decorso tale termine, l'appaltatore può richiedere gli interessi legali.

Art.40. SCIoglimento DEL CONTRATTO – ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI – FUSIONI E CONFERIMENTI

L'Amministrazione Appaltante intende avvalersi della facoltà di sciogliere unilateralmente il contratto in qualunque tempo e per qualunque motivo ai sensi delle disposizioni presenti nell'art. 1671 c.c., artt. 118 e 119 del D.P.R. 554/1999 e art. 134, comma 1, D.Lgs. 163/2006.

L'eventuale ritardo imputabile all'appaltatore nel rispetto dei termini per l'ultimazione dei lavori o delle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 30 gg (trenta giorni) naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione Appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del D.Lgs. 163/2006.

Inoltre, la Stazione Appaltante può decidere di procedere alla risoluzione del contratto nei casi previsti dagli artt. 135, 136 e 137 del D.Lgs. 163/06 nonché in caso di violazioni dei piani di sicurezza di cui all'art. 131, comma 3, del D.Lgs. 163/06 per come stabilito dal D.Lgs. 81/08. Nei casi di cui all'art. 135 del D.Lgs. 163/06 (risoluzione per reati accertati), l'appaltatore avrà diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto. Nei casi di cui all'art. 136, comma 1, del D.Lgs. 163/06 (risoluzione per grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali), il direttore dei lavori procede secondo quanto previsto ai commi 1, 2 e 3 di detto articolo. Qualora, al di fuori dei casi di cui al precedente comma 3, l'esecuzione dei lavori ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del programma, il direttore dei lavori procede secondo quanto previsto ai commi 4, 5 e 6 dell'articolo 136 del D.Lgs. 163/06. Nei casi di cui all'art. 137 del D.Lgs. 163/06 (risoluzione per inadempimento di contratti di cottimo)

la risoluzione è dichiarata per iscritto dal responsabile del procedimento, previa ingiunzione del direttore dei lavori, salvi i diritti e le facoltà riservate dal contratto alla Stazione Appaltante. Al momento della liquidazione finale dei lavori dell'appalto risolto, è determinato l'onere da porre a carico dell'appaltatore inadempiente in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori, ove la Stazione Appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'articolo 140, comma 1, del D.Lgs. 163/06.

Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione Appaltante è fatta all'Appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione Appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il Direttore dei lavori e l'Appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione Appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.

Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'Appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione Appaltante, nel seguente modo:

- a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguirsi d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
- b) ponendo a carico dell'Appaltatore inadempiente:
 1. l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'Appaltatore inadempiente;
 2. l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
 3. l'eventuale maggiore onere per la Stazione Appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

La cessione di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione relativi all'Impresa esecutrice dei lavori (art. 116 D.Lgs. 163/2006), non produrranno singolarmente effetto nei confronti dell'Amministrazione aggiudicatrice fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni previste dall'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 1991, n. 187 e non abbia documentato il possesso dei requisiti di qualificazione previsti dal Codice dei contratti.

Nei sessanta giorni successivi l'Amministrazione potrà opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto, con effetti risolutivi sulla situazione in essere, laddove, in relazione alle comunicazioni di cui sopra, non risultino sussistere i requisiti di cui all'art. 10-*sexies* della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni.

Ferme restando le ulteriori previsioni legislative vigenti in tema di prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale, decorsi i sessanta giorni senza che sia intervenuta opposizione, gli atti di cui al comma 1 dell'art. 116 D.Lgs. 163/2006, produrranno, nei confronti delle amministrazioni aggiudicatrici, tutti gli effetti loro attribuiti dalla legge.

Le disposizioni del presente articolo si applicheranno anche nei casi di trasferimento o di affitto di aziende, secondo le disposizioni della Legge 31/01/1992 n. 59, e successive modificazioni, e con la partecipazione maggioritaria di almeno tre quarti di soci cooperatori, nei cui confronti risultino estinti, a seguito della procedura stessa, rapporti di lavoro subordinato, oppure che si trovino in regime di cassa integrazione guadagni o in lista di mobilità, di cui all'art. 6 della Legge 23/07/1991 n. 223.

Art.41. OSSERVANZA DELLE LEGGI

Per quanto non previsto e comunque non espressamente specificato dal presente capitolato speciale e dal contratto si farà altresì applicazione delle seguenti leggi, regolamenti e norme che si intendono qui integralmente richiamate, conosciute ed accettate dall'Appaltatore, salvo diversa disposizione del presente capitolato:

- del Decreto Legislativo 12 Aprile 2006, n. 163 Codice dei Contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- delle vigenti disposizioni di leggi, decreti e circolari ministeriali in materia di appalto di OO.PP.;
- di tutte le disposizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi di lavoro;
- delle leggi in materia di prevenzione e di lotta contro la delinquenza mafiosa;
- Legge sulle opere pubbliche del 20 marzo 1865, n. 2248 allegato F (per quanto applicabile);
- Regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554;
- Il Capitolato Generale di Appalto approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000, n. 145;

- del D.Lgs 81/08 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e del decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106;
- Codice Civile – libro IV, titolo III, capo VII “dell'appalto”, artt. 1655-1677;
- Leggi, decreti, regolamenti e le circolari vigenti nella Regione e nella Provincia nella quale devono essere eseguite le opere oggetto dell'appalto;
- Le norme tecniche del C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I. e tutte le norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso della esecuzione dei lavori.
- Legge n. 136 del 13.08.2010 e ss.mm.ii. sulla tracciabilità dei flussi finanziari.

Titolo II. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE

Le norme di misurazione per la contabilizzazione sono le seguenti.

Art.42. SCAVI IN GENERE

In aggiunta ai particolari obblighi emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che dovrà affrontare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi genere ed entità, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato compresi, le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi dovrà essere effettuata nei seguenti modi:

- a) il volume degli *scavi di sbancamento* dovrà essere determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- b) gli *scavi di fondazione* (di sbancamento, a sezione obbligata o a sezione ristretta) saranno computati, per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento; oppure dal terreno naturale, quando lo scavo di sbancamento non verrà effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali poiché, ogni maggiore scavo, si riterrà già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco. Nel caso di scampanature messe in opera nella parte inferiore degli scavi, i relativi volumi dovranno essere valutati geometricamente, suddividendoli in figure elementari semplici ovvero, applicando il metodo delle sezioni ragguagliate; inoltre, per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di sbatacchiature, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, saranno applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.
- c) *Scavi subacquei*: i sovrapprezzi per questo tipo di scavi, in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione dovranno essere pagati al metro cubo secondo le precedenti modalità (lettera b) con appositi sovrapprezzi relativamente alle zone sommerse, a partire dal piano orizzontale posto a quota 0,20 m sotto il livello normale dell'acqua, procedendo verso il basso. Il nolo della motopompa, utilizzata al fine di eseguire i prosciugamenti, sarà pagato all'Appaltatore a parte.
- d) *Scavi archeologici*: i sovrapprezzi per questo tipo di scavi, in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione dovranno essere pagati al metro cubo secondo le modalità indicate alla lettera b) del presente articolo con opportuni sovrapprezzi relativi alla specifica morfologia del sito. L'onere del vaglio del terriccio e la custodia dei reperti in appositi contenitori, sarà compreso nel prezzo indicato.

Art.43. RILEVATI E RINTERRI

Il volume dei rilevati o rinterri dovrà essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a m³ per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Art.44. RIMOZIONI E DEMOLIZIONI

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

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

b) *Demolizione di tramezzi*: dovrà essere valutata secondo l'effettiva superficie (m²) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m².

c) *Demolizione di intonaci e rivestimenti*: la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

Art.45. MURATURE IN GENERE

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, dovranno essere misurate geometricamente, a volume od a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul vivo ovvero escludendo gli intonaci. Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a 0,25 m², in quest'ultimo caso rimarrà all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Art.46. MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO PER LA PARETE PERIMETRALE

La pietra da taglio da pagarsi a volume dovrà essere sempre valutata al metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie (m²), dovranno essere valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Art.47. CALCESTRUZZI

Verranno valutati in base al volume effettivo risultante da misure geometriche, deducendo i vuoti di sezione superiore a 0,20 m². Nel prezzo per m³ è di norma compreso, ove non diversamente precisato nel prezzo di elenco, l'onere delle casseforme, i pontili di servizio per il versamento, i ponteggi per il sostegno dei casseri, le operazioni per il disarmo, nonché quelle per la formazione dei giunti e la vibratura, se prescritta nell'elenco prezzi.

Nei prezzi unitari dei calcestruzzi per cemento armato è, invece, esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura in ferro ma non la fornitura del ferro sagomato.

Art.48. CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, dovranno essere computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato saranno inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo (nonché la rete elettrosaldata) sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo, oltre alla lavorazione e allo sfrido, sarà compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Art.49. RIVESTIMENTI DI PARETI PERIMETRALI

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico dovranno essere misurati per la superficie effettiva (m²) qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato saranno comprese e computate nella misurazione la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli ecc., nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti, la fornitura di collante per rivestimenti e, infine, la pulizia da eseguirsi dopo la sigillatura dei giunti.

Art.50. INTONACI

I prezzi degli intonaci saranno applicati a tutte le superfici intonacate senza tenere conto di particolari oneri per risalti, lesene e simili che tuttavia saranno misurate. I prezzi di elenco valgono anche per gli intonaci su murature di mattoni forati dello spessore maggiore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

I prezzi degli intonaci dovranno essere applicati alla superficie effettivamente intonacata, procedendo quindi alla detrazione delle aperture per porte e finestre superiori a 1 m², senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene, cornici, parapetti, architravi ecc.; tali superfici laterali, sia piane che curve, dovranno essere valutate quando la loro larghezza supera i 5 cm. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, risulterà compresa nel prezzo; anche in questo caso gli intonaci verranno misurati alla stregua degli spigoli vivi.

Il prezzo degli intonaci comprenderà l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco varranno anche per intonaci applicati su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Art.51. TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere risulteranno compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno, di norma, misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

L'esecuzione di coloritura o verniciatura degli infissi dovrà ottemperare alle seguenti norme:

- a) *le opere in ferro di tipo normale a disegno*, (x 1) quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, dovranno essere computate una volta per l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente.

Art.52. MASSI ARTIFICIALI E NATURALI

I massi artificiali saranno valutati in base a volume e peso secondo la relativa voce di computo metrico. Per il ripristino del basolato si fa riferimento alla superficie in metri quadri, come indicato in computo metrico. Le murature in genere saranno valutate per il volume/peso effettivo in opera in base a misure prese sul vivo dei muri, deducendone i vuoti di sezione superiore a 0,20 m².

Non saranno contabilizzati quei massi:

- che cadessero in mare sia in dipendenza di false manovre che per qualsiasi altra causa, e ciò salvo che l'impresa non li salpi e li metta in opera nei siti prestabiliti;
- che non fossero collocati a posto nel modo e nei siti indicati e nella posizione prescritta dal Direttore dei lavori e si presentino non integri;
- che si fossero deteriorati o rotti nel caricamento, movimentazione, ricollocazione, rubati dall'area di cantiere, restando l'impresa in questo ed in tutti i suaccennati casi, obbligati a salpare, rimuovere ed asportare i massi caduti o mal disposti o rotti, ed alla loro rifornimento in cantiere, a totali sue cure e spese.

I massi naturali o artificiali – sformati ed accettati – potranno essere inseriti in contabilità solo a posa avvenuta secondo regola d'arte e la loro integrale contabilizzazione resta subordinata all'avvenuta verifica di quanto sopra da parte del Direttore dei lavori.

Art.53. PARATIE PROVVISORIE E CASSEFORME SUBACQUEE

Le paratie temporanee e le cassaforme subacquee verranno misurate per la loro superficie effettiva e strettamente necessaria per il contenimento dei getti. Saranno valutate a m² in tutto il loro sviluppo, compresa la loro parte infissa. La loro integrale contabilizzazione resta subordinata all'avvenuta verifica di quanto sopra da parte del Direttore dei Lavori.

Art.54. FERRO DI ARMATURA

Verrà valutato a peso diretto in kg, a lavorazione e posa in opera ultimata senza tener conto dello sfrido, ovvero in base a misure lineari applicando il peso specifico.

Art.55. PALI IN CEMENTO ARMATO

Per i pali sia prefabbricati che in opera, si assumerà per lunghezza quella comprendente anche la puntazza e per diametro quello a metà lunghezza del palo. Quando, stabilita la lunghezza da adottare, il palo avesse raggiunto la capacità portante prima che la testa sia giunta alla quota stabilita, il palo verrà tagliato a cura e spese dell'impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originale. Nel prezzo a m sono compresi la puntazza di ferro, l'onere delle prove di carico e delle prove di collaudo statico indicate nel presente capitolato, mentre è esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura di ferro di collegamento con le altre strutture, che verrà valutata al relativo prezzo di elenco.

Art.56. PARATIA DI PALI E DI MICROPALI

Verranno misurate le relative quantità riportate nel computo metrico e sulla base di queste avverrà la contabilizzazione, previa verifica da parte del Direttore dei Lavori.

Art.57. DEMOLIZIONI

Saranno valutate a volume o peso, in relazione alle voci di computo metrico del progetto, in base alle figure geometriche delle varie strutture.

Art.58. SBANCAMENTI, SCAVI, RINTERRI

Il volume degli scavi verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base dei rilievi di 1a e 2a pianta da effettuarsi per onere dell'impresa. Lo scavo ed il rinterro verrà contabilizzato in base agli effettivi volumi/pesi con riferimento alle voci del computo metrico allegato.

Art.59. OPERE IN FERRO

Tutte le opere in ferro saranno valutate a peso che sarà determinato a spese dell'impresa con pesatura diretta prima della loro posa in opera. Nei prezzi di elenco sono compresi e compensati l'esecuzione dei necessari fori e incastri nelle murature, le sigillature, la malta di cemento, gli incollaggi strutturali.

Art.60. PARABORDI

Saranno valutati a elemento; nel prezzo sono comprese la formazione dei fori, ferramenta, la mano d'opera e i materiali per il fissaggio dei parabordi a perfetta regola d'arte.

Art.61. BITTE

Saranno valutate a elemento con riferimento alle diverse tipologie riportate nei disegni ed alle voci di computo metrico; nel prezzo sono comprese la formazione dei fori, ferramenta, la mano d'opera e i materiali per il fissaggio a perfetta regola d'arte.

Art.62. INTERVENTO DI RIMOZIONE E RIPRISTINO DEL BASOLATO E DEL CIGLIO DI BANCHINA

La misurazione delle opere relative ai lavori di rimozione, manutenzione e ripristino del basolato in pietra calcarea verrà valutata a superficie effettiva; nei prezzi delle opere sono compresi gli oneri relativi alla loro esecuzione con quell'ordine e quelle precauzioni idonee a non danneggiare le restanti opere e manufatti, a non arrecare disturbi o molestie; la rimozione dei basolati deve essere eseguita con l'accortezza necessaria al fine di non renderli inutilizzabili. Nel prezzo è incluso l'accatastamento in ambito di cantiere, il ricollocamento in opera secondo le indicazioni di D.L. compresa la eventuale integrazione di basole particolarmente degradate o rotte con pezzi di nuova fornitura simili all'esistente, la sigillatura dei giunti e quant'altro necessario per dare l'opera finita a regola d'arte.

La pavimentazione finita deve essere esente da macchie, perfettamente piana, con pendenze rispondenti a quelle previste da contratto e con le connessioni realizzate a perfetta regola d'arte. Il giudizio sulla integrità dell'opera spetta alla D.L.

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici ovvero ai volumi effettivi, dei materiali in opera, determinati con i criteri descritti per le "murature in pietra da taglio".

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intenderà compreso nei prezzi.

Nello specifico detti prezzi, comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la relativa provvisoria protezione, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera. Resteranno escluse, dal suddetto prezzo, le prestazioni dello scalpellino e del marmista per gli eventuali ritocchi agli elementi da montare allorché le pietre e/o i marmi non fossero forniti dall'appaltatore stesso.

I prezzi di elenco risultano comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Il prezzo previsto per la suddetta posa in opera dei marmi e pietre, anche se la fornitura sarà affidata all'Appaltatore, comprenderà altresì l'onere dell'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, a prescindere dall'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'Appaltatore dalla Stazione Appaltante compreso, inoltre, ogni eventuale onere per spostamento di ponteggi e di apparecchiature di sollevamento.

Art.63. ARREDO URBANO

Tutti gli interventi di arredo urbano saranno valutati "a elemento" con riferimento alle diverse tipologie riportate nei disegni ed alle voci di computo metrico; nel prezzo sono comprese la posa in opera, la formazione dei fori e l'ancoraggio, ferramenta, la mano d'opera e i materiali per il fissaggio a perfetta regola d'arte. Per quanto riguarda le transenne metalliche la valutazione sarà eseguita in base al numero dei moduli composizione. Per le pensiline la stima sarà fatta sulla base del numero dei moduli base e del materiale scelto per i tamponamenti laterali. Per i dissuasori con pali verticali e catene la misurazione sarà fatta a elementi (paletti) e al metro lineare (catene metalliche). I dissuasori automatici saranno misurati a elemento così come le panchine e i cestini.

Art.64. LAVORI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo dovranno essere, in generale, valutati a peso; i relativi prezzi verranno applicati a lavorazione completamente ultimata, al peso effettivo dei metalli determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore, escludendo dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo sarà compreso ogni compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati l'esecuzione dei necessari fori e degli incastri nelle murature e pietre da taglio, le piombature, le sigillature e le malte.

Art.65. MANODOPERA

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

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai non graditi alla D.L.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi cioè quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge, nonché ogni altra Legge di riferimento vigente sui contratti, sulla salvaguardia e sicurezza dei lavoratori.

Art.66. PONTEGGI

I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a 4,50 m dal piano di posa si intenderanno sempre compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richiama l'installazione. Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intenderanno compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

Quanto richiamato nel presente articolo è valido qualora tale onere non sia ricompreso all'interno delle singole voci di prezzo a base di gara o comunque se non diversamente disposto negli articoli del presente capitolato speciale.

Art.67. NOLEGGI

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

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

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

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Quanto richiamato nel presente articolo è valido qualora tale onere non sia ricompreso all'interno delle singole voci di prezzo a base di gara o comunque se non diversamente disposto negli articoli del presente capitolato speciale.

Art.68. TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

Quanto richiamato nel presente articolo è valido qualora tale onere non sia ricompreso all'interno delle singole voci di prezzo a base di gara o comunque se non diversamente disposto negli articoli del presente capitolato speciale.

Titolo III. PRESCRIZIONI TECNICHE: Qualità e provenienza dei materiali – Modo di esecuzione e ordine da tenersi dei lavori

CAPO XI. OPERE EDILI

Art.69. CONSIDERAZIONI GENERALI SUI MATERIALI

69.1 MASSI NATURALI

I massi ed i materiali lapidei che dovranno sostituire quelli esistenti, 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/m^3

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.

69.2 SABBIA

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.

69.3 MISTO DI CAVA (o tout-venant)

Nei nuclei di scogliere, rinfianchi, riempimenti e simili 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.

69.4 ACQUA

L'acqua occorrente per lo spegnimento della calce, per la formazione dei calcestruzzi e delle malte, per le murature in genere deve essere dolce e priva di sostanze aggressive.

In casi particolari la Direzione dei lavori potrà autorizzare per iscritto, previo accertamento con opportune analisi, l'impiego di acqua di mare nell'impasto dei conglomerati cementizi non armati, purché l'acqua sia scevra da impurità e materiali in sospensione e purché il grado di salinità non sia superiore al 40‰.

69.5 CALCI IDRAULICHE

Devono soddisfare alle norme vigenti.

In relazione all'impiego a cui la sabbia è destinata si dovranno indicare l'assortimento granulometrico ed eventuali altre caratteristiche di accettazione.

69.6 CEMENTO

Il cemento da impiegare deve essere pozzolanico o di altoforno (o in generale solfato-resistente) nei tipi normale ad alta resistenza (R 425) con classe di esposizione adeguata come successivamente indicato.

Il cemento deve essere sempre di recente preparazione e fornito in sacchetti bene asciutti, o sfuso per essere conservato in silos. Per tutto quanto si riferisce ai cementi, si prescrive l'osservanza delle norme vigenti.

69.7 POZZOLANA

La pozzolana deve essere ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee, da parti inerti e a granulometria grossolana; qualunque sia la sua provenienza, deve rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.

69.8 INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

Gli inerti naturali e di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi, non friabili e privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso e di sostanze comunque nocive all'indurimento del conglomerato ed alla buona conservazione delle armature; la ghiaia ed 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 – contenuta nel fuso indicato in progetto – sarà proposta dall'impresa in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi.

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

69.9 PIETRE GREZZE E SCARDONI

Le pietre grezze e scardoni per la muratura devono provenire da cave idonee ad essere ricavate da banchi compatti, prive di cappellaccio e di parti limose o argillose ed avere la forma più appropriata per ciascun lavoro. Le pietre naturali devono rispondere ai requisiti imposti dalle norme vigenti.

69.10 PIETRE DA TAGLIO

Le pietre da taglio di ogni genere per coronamenti, rivestimenti di qualunque tipo devono provenire dalle migliori cave e soddisfare alle condizioni di forma e dimensioni prescritte.

Le pietre devono essere sempre tratte dai banchi più compatti, essere di grana omogenea, prive di scaglie e brecce, di vene, macchie, caranfole, spaccature, nodi, pomice ed altri difetti e corrispondere alle norme vigenti.

69.11 LEGNAME

Il legname deve essere sempre bene stagionato ed asciutto, a fibra dritta, sana, senza nodi, fenditure, tarli ed esente da qualunque altro difetto che, dalla Direzione dei lavori, fosse giudicato incompatibile con la regolare esecuzione dei lavori.

Il legname deve soddisfare alle condizioni delle vigenti norme UNI sulle prove di accettazione.

69.12 ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO NORMALE

Deve rispondere alle vigenti norme tecniche emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

69.13 ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Deve rispondere alle vigenti norme tecniche emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

69.14 ACCIAIO PER COSTRUZIONI

Profilati, barre, piatti, larghi piatti, lamiere: devono rispondere alle vigenti norme tecniche emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici. Elementi di acciaio profilati a freddo: devono rispondere alle vigenti norme.

69.15 BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE - BITUMI LIQUIDI - CATRAMI

Devono soddisfare alle vigenti norme per l'accettazione per usi stradali.

69.16 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.

69.17 MATERIALI DIVERSI

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

Essi devono rispondere alle vigenti norme.

Art.70. MATERIALI IN GENERE

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelate) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non

nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato, in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti, oggetto di intervento di carattere manutentivo, conservativo o restaurativo, e se previsto dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

- determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;
- individuazione degli agenti patogeni in aggressione;
- individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché i meccanismi di alterazione.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

70.1 ACQUA, CALCI, GESSO

70.2 Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008) dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro (compreso tra 6 ed 8) con una torbidezza non superiore al 2%, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico - fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 - allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni. Dovrà essere vietato l'uso, per qualsiasi lavorazione, di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

70.3 Calce

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calci da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calci da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calci da costruzione. Valutazione di conformità".

Calci aeree

Le calci aeree (costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio e ferro) sono classificate in base al loro contenuto di $(CaO+MgO)1$; si distinguono in:

- 1) *Calci calciche* (CL) calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio (il calcare calcico è un calcare che dovrà contenere dallo 0% al 5% di carbonato di magnesio UNI 10319) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici;
- 2) *Calci dolomitiche* (DL) calci costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio (il calcare dolomitico è un calcare che dovrà contenere dal 35% al 45% di carbonato di magnesio) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici. Questo tipo di calce potrà essere commercializzato nella versione semi-idratata2 (S1) o completamente idratata3 (S2).

Le calci aeree potranno, anche essere classificate in base alla loro condizione di consegna: calci vive (Q) o calci idrate (S).

- a) *Calci vive* (Q) calci aeree (includono le calci calciche e le calci dolomitiche) costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato.
- b) *Calci idrate* (S) calci aeree, (calci calciche o calci dolomitiche) ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):
 - calce idrata in polvere di colore biancastro derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del 10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), nella calce idrata la quantità di acqua impiegata è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO). Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;

- grassello di calce o calce aerea "spenta" (idrata) in pasta ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%. Le caratteristiche plastiche ed adesive del grassello, migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato. Il grassello, si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica. La stagionatura minima nelle fosse sarà di 90 giorni per il confezionamento dei malte da allettamento e da costruzione e, di 180 giorni per il confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura. Nel cantiere moderno è in uso ricavare il grassello mediante l'aggiunta di acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere, mediante questa "procedura" (che in ogni caso necessita di una stagionatura minima di 24 ore) si ottiene un prodotto scadente di limitate qualità plastiche, adesive e coesive;
- latte di calce ovvero "legante" per tintecci, velature e scialbature ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce (o della calce idrata) fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calci aeree possono essere classificate anche in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio (valori contenuti RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci").

- a) *calce grassa in zolle*, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5 m³/ton;
- b) *calce magra in zolle o calce viva*, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5 m³/ton;
- b1) *calce forte legante* con deboli doti idrauliche, compresa tra le calci magre quando la presenza di componenti idraulici (presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;
- c) *calce idrata in polvere* ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:
 - fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 1% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 5%; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;
 - calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 2% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 15%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

La composizione della calce da costruzione, quando provata secondo la EN 459-2, deve essere conforme ai valori della tabella 2 sotto elencata. Tutti i tipi di calce elencati nella tabella possono contenere additivi in modeste quantità per migliorare la produzione o le proprietà della calce da costruzione. Quando il contenuto dovesse superare lo 0,1% sarà obbligo dichiarare la quantità effettiva ed il tipo.

Tabella 2.1 Requisiti chimici della calce (valori espressi come % di massa). I valori sono applicabili a tutti i tipi di calce. Per la calce viva questi valori corrispondono al prodotto finito; per tutti gli altri tipi di calce (calce idrata, grassello e calci idrauliche) i valori sono basati sul prodotto dopo la sottrazione del suo contenuto di acqua libera e di acqua legata. (UNI EN 459-1)

Tipo di calce da costruzione	Sigla	CaO+MgO	MgO	CO2	SO3	Calce libera
						%
Calce calcica 90	CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	-
Calce calcica 80	CL 80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce calcica 70	CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	-
Calce dolomitica 85	DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	-
Calce dolomitica 80	DL 80	≥ 80	≥ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce idraulica 2	HL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 8
Calce idraulica 3,5	HL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 6
Calce idraulica 5	HL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3
Calce idraulica naturale 2	NHL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 15
Calce idraulica naturale 3,5	NHL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 9
Calce idraulica naturale 5	NHL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3

Nella CL 90 è ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità indicata in 5.3 della EN 459-2:2001.

Nelle HL e nelle NHL è ammesso un contenuto di SO3 maggiore del 3% e fino al 7% purché sia accertata la stabilità, dopo 28 giorni di maturazione in acqua, utilizzando la prova indicata nella EN 196-2 "Methods of testing cement: chemical analysis of cement".

Esempio di terminologia delle calci: la sigla EN459-1 CL90Q identifica la calce calcica 90 in forma di calce viva; la sigla EN459-1 DL85-S1 identifica la calce dolomitica 85 in forma di calce semi-idratata.

Calci idrauliche

Le calci idrauliche oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" dovranno rispondere alla norma UNI 459 che le classifica in base alla loro resistenza alla compressione dopo 28 giorni (UNI EN 459-2:2001), si distinguono in:

1) *calce idraulica naturale* (NHL) ovverosia il prodotto ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (inferiore ai 1000 C°) di marni naturali o calcari più o meno argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento (con quantità stechiometrica di acqua) con o senza macinazione. Tutte le NHL dovranno avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l'acqua e dovranno essere esenti o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calci naturali potrà a sua volta essere diviso in:

– calce idraulica naturale bianca, rappresenta la forma più pura: dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili. Risulterà particolarmente indicata per confezionare malte, indirizzate a procedure di restauro che richiedono un basso modulo di elasticità ed un'elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;

– calce idraulica naturale "moretta" o "albazzana" a differenza del tipo "bianco" si ricaverà dalla cottura di rocce marnose; risulterà indicata per la confezione di malte per il restauro che richiedono una maggiore resistenza a compressione; il colore naturale di questa calce potrà variare dal nocciolo, al beige, all'avorio fino a raggiungere il rosato.

2) *calce idraulica naturale con materiali aggiunti* (NHL-Z) in polvere ovverosia, calci idrauliche naturali con materiale aggiunto cioè, quelle calci che contengono un'aggiunta fino ad un massimo del 20% in massa di materiali idraulicizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, coccio pesto, trass) contrassegnate dalla lettera "Z" nella loro sigla;

3) *calci idrauliche* (HL)4 ovverosia calci costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Questo tipo di calce dovrà possedere la caratteristica di far presa ed indurire anche in presenza di acqua;

Tabella 2.2 Caratteristiche meccaniche delle calce idrauliche naturali da utilizzare nel restauro

Tipo	NHL 2			NHL 3,5			NHL 5		
Caratteristiche	Calce delicata idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci			Calce idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stillatura di giunti			Calce idonea per la ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica		
PROVE	Rapporto impasto			Rapporto impasto			Rapporto impasto		
Resistenza a comp.	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3
7 gg. N/mm²	0,62	0,53	0,47	0,75	0,57	0,53	1,96	1	0,88
7 gg. N/mm²	REQUISITI UNI EN 459-1 ---			REQUISITI UNI EN 459-1 ---			REQUISITI UNI EN 459-1 ---		
28 gg. N/mm²	1,48	1,36	1,25	1,88	1,47	1,34	2,20	2,00	1,50
7 gg. N/mm²	REQUISITI UNI EN 459-1 ≥2 a ≤ 7			REQUISITI UNI EN 459-1 ≥3,5 a ≤ 10			REQUISITI UNI EN 459-1 ≥5 a ≤ 15 (a)		
6 mesi N/mm²	3,848	3,00	2,88	7,50	5,34	3,94	7,30	5,90	5,31
12 mesi. N/mm²	4	2,90	2,90	7,50	5,90	3,90	9,28	8,44	6,50
La sabbia avrà una granulometria di 0,075-3 mm									
(a) La NHL 5, con massa volumica in mucchio minore di 0,90 kg/dm ³ può avere una resistenza a compressione dopo 28 gg fino a 20 MPa									

Tabella 2.3 Caratteristiche fisiche delle calce idrauliche naturali

PROVE	NHL 2		NHL 3,5		NHL 5	
	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA
Densità	0,4 a 0,8	0,45-0,55	0,5 a 0,9	0,6-0,66	0,6 a 1,0	0,65-0,75
Finezza a 90 µm	≤ 15%	2 a 5 %	≤ 15%	6,6	≤ 15%	3,12
Finezza a 200 µm	≤ 2	≤ 0,5 %	≤ 5 %	0,48	≤ 5	0,08
Espansione	≤ 2 mm	≤ 1 mm	≤ 2 mm	0,05	≤ 2 mm	0,61 mm
Idraulicità	---	15	---	25	---	43
Indice di bianchezza	---	76	---	72	---	67
Penetrazione	>10 e <20 mm	---	>10 e <50 mm	21	>20 e <50 mm	22,6
Tempo di inizio presa	>1 e <15 h	---	>1 e <15 h	2,5	>1 e < 15 h	3,59
Calce libera	≥ 15 %	50-60%	≥ 9 %	20-25%	≥ 3%	15-20%

Le calce idrauliche sia naturali che artificiali potranno essere classificate anche in rapporto al grado d'idraulicità, inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce: al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche (valori contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche").

Tabella 2.4 Classificazione calci idrauliche mediante il rapporto di idraulicità (DM 31-08-1972)

Calci	Indice di idraulicità	Argilla [%]	Calcare [%]	Presa in acqua [giorni]
Debolmente idraulica	0,10-0,15	5,31-8,20	94,6-91,8	15-30
Mediamente idraulica	0,16-0,31	8,21-14,80	91,7-85,2	10-15
Propriamente idraulica	0,31-0,41	14,81-19,10	85,1-80,9	5-9
Eminentemente idraulica	0,42-0,50	19,11-21,80	80,8-78,2	2-4

Art.71. CEMENTI, CEMENTI SPECIALI

71.1 CEMENTI

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavorazione, dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" e successive modifiche (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre 1993). Tutti i cementi dovranno essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare dovranno essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2001 "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" e le norme UNI EN 196/1-7 e 196-21 inerenti i cementi speciali e la normativa sui metodi di prova ed analisi dei cementi.

A norma di quanto previsto dai decreti sopracitati, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza Portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, dovranno essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità (preferibilmente sopra pedane di legno) e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. Se sfusi i cementi dovranno essere stoccati in cantiere in appositi silos metallici; i vari tipi e classi di cemento dovranno essere separati ed identificati con appositi cartellini. I prodotti approvvigionati in sacchi dovranno riportare sulle confezioni il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

I principali tipi di cemento sono:

- a) cemento Portland (tipo CEM I): dovrà presentarsi come polvere fine e pesante, di colore variabile dal grigio bruno al verdognolo, tendente al rossastro nel caso provenga da miscele artificiali; dovrà avere contenuto di costituenti secondari (filler o altri materiali) non superiore al 5%; ovverosia il prodotto ottenuto per macinazione di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio) con aggiunto gesso e anidrite (solfato di calcio anidro) dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art 2 legge n. 595/65). I cementi Portland, presenteranno scarsa resistenza alle acque marine e, in genere, a tutti gli aggressori di natura solfatica pertanto, quando si opera in località marina o in presenza di corrosivi solfatici (anche di modesta entità) sarà opportuno operare con cementi del tipo III o IV;
- b) cemento Portland con aggiunta, in quantità ridotta, di loppa e/o pozzolana (tipo CEM II): detto comunemente cemento Portland rispettivamente alla loppa, alla pozzolana, alle ceneri volanti;
- c) cemento d'altoforno (tipo CEM III): dovrà avere contenuto di loppa dal 36% al 95%; la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione di clinker Portland e di loppa basica granulata d'altoforno con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art 2 legge n. 595/65). Questo cemento, di colore verdognolo, presenterà, grazie alle loppe d'altoforno, un basso calore di idratazione sviluppato durante la presa, una buona resistenza chimica ad attacchi di acque leggermente acide o pure, un modesto ritiro in fase di presa;
- d) cemento pozzolanico (tipo CEM IV): con materiale pozzolanico dal 15% al 55%; ovverosia la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione del clinker Portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico (tipo argille plastiche torrefatte come ad es. la bentonite) con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art 2 legge n. 595/65). Questo tipo di cemento potrà ridurre o eliminare le deficienze chimiche (rappresentate dalla formazione di idrossido di calcio) del cemento Portland. Il calore d'idratazione sviluppato dal cemento pozzolanico risulterà molto inferiore rispetto a quello sviluppato dal Portland di conseguenza, verrà preferito a quest'ultimo per le lavorazioni da eseguirsi in climi caldi ed in ambienti marini;
- e) cemento composito (tipo CEM V): si otterrà per simultanea aggiunta di loppa e di pozzolana (dal 18% al 50%);
- f) cemento alluminoso: (non classificato nella normativa UNI EN 196-1 ma presente nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968) si otterrà dalla macinazione del clinker ottenuto dalla cottura di miscele di calcare e alluminati idraulici (bauxite). I tempi di presa risulteranno simili a quelli dei normali cementi mentre l'indurimento è nettamente più rapido (7 gg. contro i 28 gg.). Questo legante potrà essere impiegato per lavori da eseguire in somma urgenza dove è richiesto un rapido indurimento (disarmo dopo 5-7 gg); dove occorra elevata resistenza meccanica (titolo 52,5); per gettare a temperature inferiori allo 0°C (fino a -10 °C);

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO, DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI.

Lotto 1: Consolidamento Banchina Ammiraglio Millo - Lotto 2: Manutenzione straordinaria e consolidamento Banchine del Monumento al Marinaio e del Canale Pigonati.

per opere in contatto con solfati, oli, acidi e sostanze in genere aggressive per gli altri cementi; per impiego in malte e calcestruzzi refrattari per temperature fino a circa 1300°C. Dei cementi alluminosi si potrà disporre di due tipi speciali: a presa lenta con ritiro contenuto (inizio presa dopo 15 ore, termine presa dopo altre 15 ore) e a presa rapida (inizio presa dopo 1 ora e termine dopo 2 ore).

Esempio di terminologia del cemento: la sigla CEM II A-L 32,5 R identifica un cemento Portland al calcare con clinker dal 80% al 94% (lettera A) e con calcare dal 6% al 20% (lettera L), classe di resistenza 32,5, con alta resistenza iniziale (lettera R).

Tabella 3.1 Classificazione tipi di cemento con relativa composizione: le percentuali in massa riferiti al nucleo del cemento, escludendo solfato di calcio e additivi (UNI EN 197-1)

Tipo	Denominazione	Sigla	Clinker	Loppa d'alto forno granulare	Microsilice	Pozzolana		Cenere volante		Scisto calcinato	Calcare	Cost	
						Naturale	Indust	Silicica	Calcica				
						P	Q	V	W				
I	Cemento Portland	I	95-100	---	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
	Cemento Portland alla loppa	II A-S	80-94	6-20	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
		II B-S	65-79	21-35	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
	Cemento Portland alla microsilice	II A-D	90-94	---	6-10	---	---	---	---	---	---	0-5	
	Cemento Portland alla pozzolana	II A-P	80-94	---	---	6-20	---	---	---	---	---	0-5	
		II B-P	65-79	---	---	21-35	---	---	---	---	---	0-5	
		II A-Q	80-94	---	---	---	6-20	---	---	---	---	0-5	
		II B-Q	65-79	---	---	---	21-35	---	---	---	---	0-5	
	II	Cemento Portland alle ceneri volanti	II A-V	80-94	---	---	---	---	6-20	---	---	---	0-5
			II B-V	65-79	---	---	---	---	21-35	---	---	---	0-5
II A-W			80-94	---	---	---	---	---	6-20	---	---	0-5	
II B-W			65-79	---	---	---	---	---	21-35	---	---	0-5	
Cemento Portland allo scisto calcinato		II A-T	80-94	---	---	---	---	---	---	6-20	---	0-5	
		II B-T	65-79	---	---	---	---	---	---	21-35	---	0-5	
Cemento Portland al calcare		II A-L	80-94	---	---	---	---	---	---	---	6-20	0-5	
		II B-L	65-79	---	---	---	---	---	---	---	21-35	0-5	
Cemento Portland composito		II A-M	80-94					6-20					
		II B-M	65-79					21-35					
III	Cemento d'altoforno	III A	35-64	36-65	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
		III B	20-34	66-80	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
		IIIC	5-19	81-95	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
IV	Cemento pozzolanico	IV A	65-89	---	11-35				---	---	---	0-5	
		IV B	45-64	---	36-55				---	---	---	0-5	
V	Cemento composito	V A	40-64	18-30	---	18-30				---	---	0-5	
		V B	30-39	31-50	---	31-50				---	---	0-5	

I costituenti secondari possono essere filler oppure uno o più costituenti principali, salvo che questi non siano inclusi come costituenti principali del cemento

La proporzione di microsilice è limitata al 10%

La proporzione di loppa non ferrosa (pozzolana industriale) è limitata al 15%

La proporzione di filler silicica nella Cenere Volante è limitata al 5%

I diversi tipi di cemento dovranno essere forniti in varie classi di solidificazione, contrassegnate dal colore dei sacchi d'imballaggio o, nel caso in cui si utilizzi cemento sfuso, dal colore della bolla d'accompagnamento che deve essere attaccata al silo. I cementi appartenenti alle classi di resistenza 32,5 42,5 e 52,5 verranno classificati in base alla resistenza iniziale in cementi con resistenza iniziale normale e

resistenza più alta (sigla aggiuntiva R). I cementi normali (portland, pozzolanico o d'altoforno) contraddistinti dalla sigla 22,5 potranno essere utilizzati esclusivamente per sbarramenti di ritenuta.

Tabella 3.2 Classificazione tipi di cemento mediante classi di solidità e colorazione di riconoscimento

Classe di solidità titolo	Resistenza alla tensione di compressione N/mm ²			Colorazione di riconoscimento	Colore della scritta	Tempo di inizio presa mm	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Solidità normale				
	2 giorni	7 giorni	28 giorni				
32,5	---	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	Marrone chiaro	Nero	≥ 10
32,5 R	≥ 10	---					
42,5	≥ 10	---	≥ 42,5	≤ 62,5	Verde	Nero	
42,5 R	≥ 20	---					
52,5	≥ 20	---	52,5	---	Rosso	Nero	
52,5 R	≥ 30	---					
						bianco	≥ 425

71.2 CEMENTI SPECIALI

Sono così definiti quei cementi che presenteranno resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per i cementi normali, differenze dovute a miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura ovvero dall'uso di additivi tipicamente specifici.

- 1) *Cementi bianchi*: simili come comportamento agli altri cementi comuni Portland. Dovranno essere ricavati dalla cottura di marne (caolini e calcari bianchi mineralogicamente puri) prive del tutto o con una quantità limitatissima di ossidi di ferro e di manganese; gli eventuali residui dovranno essere eliminati con trattamento fisico-chimico. Il bianco del cemento dovrà essere definito dalle ditte produttrici con tre parametri diversi: brillantezza⁵, lunghezza d'onda dominante⁶ e purezza⁷ inoltre, potrà anche essere definito con l'indice di bianchezza⁸ (contenuto per un cemento industriale tra 70 e 90). Questo tipo di cemento potrà essere utilizzato per opere di finitura quali stucchi ed intonaci, per opere in pietra artificiale e, inoltre, utilizzabile, in piccole quantità negli impasti a base di calce aerea (intonachini, sagramature, copertine creste dei muri ecc.) così da aumentarne la resistenza meccanica ma permettere ugualmente la permeabilità al vapore d'acqua;
- 2) *Cementi colorati*: dovranno essere ottenuti dai cementi bianchi miscelati con polvere della stessa finezza, costituita da ossidi, pigmenti minerali⁹, o simili in proporzione mai superiore al 10% così da evitare impedimenti di presa ed eccessivi ritiri.
- 3) *Cementi soprasolfati*: cementi di natura siderurgica che dovranno costituirsi di una miscela di loppa granulata d'altoforno in percentuale dell'80%-85% da gesso o anidrite in percentuale del 10% e da clinker di cemento Portland per circa il 5%. Dovranno essere utilizzati per opere marine e strutture in calcestruzzo a contatto con soluzioni acide. Non risulteranno adatti per operazioni di recupero e/o restauro conservativo;
- 4) *Cementi ferrici*: dovranno costituirsi di miscele ricche d'ossido di ferro e polvere di allumina, macinando congiuntamente e sottoponendo a cottura mescolanze di calcare, argilla e ceneri di pirite; per questo dovranno contenere più ossido ferrico che allumina, ed essere quasi totalmente privi di alluminato tricalcico. La loro caratteristica preminente, oltre a presentare un buon comportamento con gli aggressori chimici, è quella di avere minor ritiro degli altri cementi ed un più basso sviluppo di calore di idratazione; risulterà adatto per le grandi gettate;
- 5) *Cementi espansivi*: dovranno essere ricavati da miscele di cemento Portland ed agenti espansivi intesi a ridurre od eliminare il fenomeno del ritiro. Generalmente, potranno essere distinti in due tipi: a ritiro compensato allorché l'espansione sia simile al ritiro (agente espansivo solfoalluminato di tetracalcio), espansivi auto-compressi quando l'espansione risulterà superiore al ritiro (agente espansivo ossido di calcio e/o magnesio). Entrambe le tipologie dovranno essere impiegate miscelandole con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore, gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. Affinché l'espansione avvenga correttamente sarà necessario provvedere ad una corretta stagionatura in ambiente idoneo;
- 6) *Cementi a presa rapida o romano*: miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland (con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua), con idonei additivi tali da permettere le seguenti prestazioni: inizio presa entro un minuto dalla messa in opera e termine presa non più di trenta minuti. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

71.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 14-1-2008. La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività (norme UNI 9527). 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. Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206-1, con classe di esposizione XS3.

I calcestruzzi per micropali ed iniezioni per il consolidamento delle murature devono contenere additivi fluidificanti (Classe di consistenza S5) ed antidilavamento, inerti di granulometria piccola (sabbie), non gelivi, privi di cloruri e raggiungere una classe di esposizione XS3.

Lo studio della miscela del calcestruzzo (mix design) sarà eseguito dal fornitore di calcestruzzo preconfezionato in riferimento alle indicazioni contenute nelle "Linee guida per il calcestruzzo strutturale" emanate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed alla Norma ENV 206 con esplicito riferimento alla classe XS3, nonché alle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/1/2008) per quanto attiene le specifiche tecniche di produzione, di prova, di collaudo dei materiali e delle strutture, ed alle prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato (punto 11.2.8 delle NTC). Tutti i prodotti impiegati nella formazione del cassone, qualora previsto dalle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni, dovranno avere marcatura CE. Le opere in cemento armato incluse nel presente progetto, trovandosi in ambiente marino, saranno realizzate con calcestruzzi resistenti all'abrasione, la cui miscela contenga additivi antiritiro od un incrementato rapporto inerti/cemento, oppure altre tecnologie, a giudizio del direttore lavori, la cui efficacia sia comunque documentata dal produttore, atte a ridurre la fessurazione del copriferro al di sotto dei limiti di legge. L'opera finita dovrà essere trattata mediante l'uso di prodotti impregnanti a base di silicati di sodio mineralizzati od altra soluzione minerale la cui efficacia protettiva ed impermeabilizzante sia documentata.

Art.72. LEGANTI SINTETICI

Le resine sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici. In qualsiasi intervento di manutenzione e restauro sarà fatto divieto utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Su manufatti di particolare valore storico-architettonico nonché archeologico il loro utilizzo sarà vietato, salvo comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. I polimeri organici possono essere disponibili sotto varie forme:

- leganti sia per incollaggi (adesivi strutturali), stuccature, iniezioni e sigillature di quadri fessurativi, sia sotto forma di resine emulsionabili in acqua per pitture ed intonaci che presentano un basso grado di assorbimento dell'acqua liquida ed una elevata durabilità;
- additivi per malte e pitture al fine di migliorare l'idrorepellenza, la velocità d' indurimento e le caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto ovvero della pittura;
- impregnanti consolidanti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc.;
- impregnanti idrorepellenti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc. capaci di costituire una efficace barriera contro l'acqua;
- impregnanti idro ed oleorepellenti per il trattamento di materiali porosi particolarmente esposti agli agenti inquinanti atmosferici.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHIM. Mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL.

La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

72.1 RESINE ACRILICHE

Prodotti termoplastici (molecole a catena lineare); si ottengono polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Questa classe di resine, nella maggior parte dei casi solubili in idonei solventi organici, presenterà buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento, ma dimostrerà scarsa capacità di penetrazione tanto, che potrà risultare difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si potranno ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà però, a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, tenderanno, inoltre, a dilatarsi. I prodotti acrilici sono, di norma commercializzati solidi in polveri, granuli o scaglie, in emulsione acquosa in soluzione di solventi.

Le resine acriliche come del resto le emulsioni acriliche pure (ovvero al 100%) potranno essere utilizzate in dispersione acquosa (ovvero un miscuglio eterogeneo contenente una percentuale variabile di resina acrilica o di emulsione acrilica pura) sia come legante per pigmenti naturali e/o sintetici in polvere, sia come additivo per malte da sigillatura o iniezione (se non diversamente specificato per un impasto di calce ed inerti in rapporto di 1:3 si aggiungerà 5-10% di emulsione acrilica) conferendo a questi impasti un più veloce indurimento in superficie, un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche (tenacità, durezza, resistenza nel tempo ed agli agenti chimici, resistenza all'abrasione, alla trazione, alla compressione, alla flessione, all'impatto ed agli effetti del gelo) e un netto aumento di adesività su materiali quali laterizio, legno e cemento.

72.2 RESINE EPOSSIDICHE

Prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali); si otterranno dalla formazione di catene con due tipi di molecole con una gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambieranno di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda, sia del rapporto resina-indurente, sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.); presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistano molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento (meno di 1%); gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati), normalmente utilizzabili saranno liquide con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per impernature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni) in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

Orientativamente le caratteristiche richieste in relazione sia allo specifico utilizzo (formulati per iniezione, per impregnazione, per betoncini colabili, per incollaggi strutturali ecc.) sia al materiale (cemento armato, muratura, legno ecc.) dovranno essere le seguenti:

tipo di formulato;
tipo di resina;
colore impasto;
consistenza impasto;
peso specifico (g/cm ³);
punto di infiammabilità °C;
ritiro %;
viscosità (impasto) mPas;
pot life (a + 10°C)	(a +24°C) (a + 30°C).....;
tempo di presa (a + 10°C)	(a +24°C) (a + 30°C)
indurimento completo (giorni);
resistenza a trazione (N/mm ²);
allungamento a trazione %;
resistenza a flessotrazione (N/mm ²);
resistenza a compressione (N/mm ²);
modulo elastico (N/mm ²);

Nota per il compilatore: completare la scheda e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare, per ogni tipologia di resina epossidica (ovvero per ogni tipologia di utilizzo), le caratteristiche, i valori accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

72.3 RESINE FLUORURATE

Più precisamente copolimeri fluorurati (ad es., copolimero vinilidene fluoro-esafluoropropene) che presenteranno buone proprietà elastiche e grande stabilità chimica, questi prodotti non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolymerizzati, pertanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà. Disciolti in solventi organici (di norma acetone o acetato di butile) potranno essere utilizzati come legante per stuccature, sigillature e ripristini da eseguirsi con il materiale originale. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato, prevedrà l'unione di una parte in peso di resina a 3/4 parti di inerte ricavato, preferibilmente, dalla macinazione della stessa pietra. L'impasto dovrà essere ben mescolato fino ad ottenere la consistenza voluta. Sarà consigliabile non eseguire alcun intervento sulla stuccatura prima di 1 ora dalla stesura della stessa. Queste resine saranno completamente reversibili con il loro solvente.

72.4 RESINE POLIESTERE

Resine derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi-basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, o sintetiche così da migliorare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati polveri di varia granulometria di calcari, gesso, o sabbie. La resistenza a raggi solari e U.V. è abbastanza bassa, specialmente per prodotti reticolari con monomeri aromatici, mentre la resistenza meccanica e le proprietà adesive sono abbastanza buone. La resina potrà presentare un certo ritiro del volume (sino ad 8-10%) che la rende non proprio adatta per riempire le fessure del

materiale lapideo, al contrario potranno essere utilizzate come collanti per congiungimenti o il fissaggio di perni, barre filettate, tiranti ecc. anche se sarà necessario evitare che la resina raggiunga la superficie estrema poiché per esposizione alla luce darebbe marcate variazioni di colore. Orientativamente il pot life a 20°C sarà di circa 5-7 minuti e il tempo di fissaggio intorno ai 40-60 minuti.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Art.73. MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334. Sarà, pertanto, obbligo dell'Appaltatore, mettere a disposizione della D.L. detti crivelli così che possa eseguire il controllo granulometrico. Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare: malta per intonaco, per stuccatura, per sagramatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc.

73.1 GHIAIA E PIETRISCO

Le ghiaie saranno costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose ad alta resistenza a compressione, dovrà, inoltre, essere ben assortita. Priva di parti friabili ed, eventualmente, lavata con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive. I pietrischi (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 Kg/cm²), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche di utilizzo. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520. In ogni caso le dimensioni massime dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm se utilizzati per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc.
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 40 mm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 30 mm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 10 mm.

Tabella 4.1 Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in mm	Utilizzo
Ciottoli o "pillole di fiume"		80-100	pavimentazioni stradali
GHIAIA rocce	grossa o ghiaione	50-80	riempimenti, vespai, massicciate, sottofondi
	mezzana	20-50	riempimenti, solai, getti
	ghiaietto o "pisello"	10-20	riempimenti, solai, getti
	granello o "risone"	7-10	rinzaffi ad alto spessore, zoccolature, bugnati, pavimentazioni, piccoli getti
PIETRISCO rocce	grosso	40/71	riempimenti, vespai, getti
	ordinario	25/40 15/25	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
	pietrischetto	10/15	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
GRANIGLIA marmo	graniglia grossa	5/20	pavimenti a seminato, a finto mosaico
	graniglia media	2,5/11	pavimenti a seminato, a finto mosaico, battuti
	graniglia minuta	0,5/5	marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti

73.2 SABBIE

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere: ben assortite, costituite da grani resistenti, prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti; inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso. Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'appaltatore dovrà mettere a disposizione della direzione lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla citata norma UNI 2332 per il controllo granulometrico. In particolare:

la sabbia per murature in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);

la sabbia per intonaci, stuccature e murature di paramento od in pietra da taglio dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);

la sabbia per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno, salvo diverse specifiche di progetto, essere costituite da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n. 2229, nell'allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Tabella 4.2 Classificazione delle sabbie in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in mm	Utilizzo
SABBIA silice, calcare	Grossa o sabbione	2/6	malta da costruzione, arriccio, rinzaffo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi
	media	1/2	malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento
	Fina	0,5/1	finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento
	finissima	0,05-0,5	rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolidamento

73.3 POLVERI

Ricavate dalla macinazione meccanica di marmi (carrara, verona, botticino ecc.) e pietre (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, dove prescritto dal progetto o dalla D.L., alla miscela secca di sabbie in quantitativo, salvo diverse prescrizioni, di circa 10-15% in peso.

La silice micronizzata si presenta come una polvere bianca, amorfa ai raggi X, con grandezza delle particelle primarie di 5-30 nanometri. Le caratteristiche principali sono: effetto addensante, tixotropante, antisedimentante, rinforzante per elastomeri, miglioramento dell'effetto di scorrimento delle poveri ed effetto assorbente.

73.4 PIETRA MACINATA

Inerti ottenuti dalla frantumazione naturale di pietra calcareae proveniente direttamente da cave o da materiale di recupero della stessa fabbrica in questo caso, preventivamente alla macinazione, sarà cura dell'appaltatore provvedere ad una accurata pulizia seguita da cicli di lavaggio e asciugatura così da rimuovere eventuali tracce di sostanze inquinanti ed impurità varie. La pietra macinata, se non diversamente specificato, dovrà possedere le seguenti caratteristiche: buona resistenza a compressione; bassa porosità così da garantire un basso coefficiente di imbibizione; assenza di composti idrosolubili (ad es. gesso); assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico.

Il materiale derivato dalla frantumazione delle pietre proveniente da cave (da utilizzare per intonaci e stuccature) dovrà, necessariamente, essere dapprima accuratamente ventilato ed in seguito lavato più volte con acqua dolce così da asportare la polvere di macinazione che ricoprendo i granuli dell'inerte potrebbe compromettere l'utilizzo. L'inerte macinato sarà, di norma, classificato, in base alla sua granulometria, in:

- fine da 0,3 a 1 mm
- media da 1 a 3 mm
- grossa da 3 a 5 mm
- molto grossa da 5 a 10 mm

Per il controllo granulometrico sarà cura dell'appaltatore fornire alla D.L. i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334.

73.5 POZZOLANA

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti ed essere di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm², resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm² e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

73.6 CAOLINO

Argilla primaria ricca di silicee allumina, di colore bianco deriva dalla caolinizzazione di rocce contenenti feldspati e prive di ferro nel luogo stesso di formazione. Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità, potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci a marmorino ma anche per il consolidamento d'intonaci mediante iniezioni in profondità

73.7 ARGILLE ESPANSE

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti; in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare: forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Di norma le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base silconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

73.8 POMICE ED ALTRI INERTI NATURALI LEGGERI

Gli inerti leggeri di pomice dovranno essere formati da granuli leggeri di pomice asciutti e scevri da sostanze organiche, polveri od altri elementi estranei. Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto. Per quanto riguarda gli aggregati leggeri nel caso di utilizzo per miscele strutturali dovranno necessariamente possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mm².

Art.74. ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) potranno essere realizzati in laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito, calcestruzzi cellulare; essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

Gli elementi resistenti, quando impiegati nella costruzione di murature portanti, dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni contenute nel DM LLPP n. 103 del 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (d'ora in poi DM n. 103/87). Rientreranno in queste prescrizioni anche i mattoni da "paramento" ovverosia, quelli utilizzati per rivestimenti esterni ma che hanno, contemporaneamente una funzione portante.

Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni insieme alle norme UNI 8942/1996 "Prodotti di laterizio per murature" potranno costituire un utile riferimento. Le eventuali prove su detti elementi dovranno essere condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura".

Tabella 5.1 Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi dei muri (DM 20/11/87)

Tipo di elemento	φ	Elementi resistenti in laterizio		Elementi resistenti in calcestruzzo	
		f (cm ²)	Spessore minimo (cm)	f (cm ²)	Nessun limite di spessore
Mattoni pieni	≤ 15%	≤ 9	12		
Mattoni e blocchi semipieni	15% --- 45%	≤ 12	20		
Mattoni e blocchi forati	45% --- 55%	≤ 15	25	≤ 0,10 A con A ≤ 900 cm ² ≤ 0,15 A con A > 900 cm ²	
Mattoni = elementi resistenti artificiali aventi forma parallelepipedica Blocchi = elementi resistenti artificiali di grande formato con volume maggiore di circa 5500 cm ³ A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti f = area media di un foro (solo per il laterizio) j = 100 x F/A = percentuale di foratura					

Saranno considerati **pieni** i mattoni trafilati (tipo A massiccio, tipo B a tre fori), quelli pressati che presentano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti). Dimensioni UNI 5,5 x 12 x 25 cm e 6 x 12 x 24 cm.

Saranno considerati **semipieni** i laterizi per murature destinati, di norma, ad essere messi in opera con i fori verticali, con apprezzabili caratteristiche di resistenza (foratura pesante). I blocchi semipieni potranno essere prodotti con laterizio "alveolato", ovverosia dotato di porosità uniforme tale da ridurre il peso a 1600-1400 kg/m³. I laterizi semipieni si distingueranno in: mattone semipieno tipo pesante o

leggero (dim. 5,5 x 12 x 25 cm; 6 x 12 x 24 cm; - da paramento - dim. doppio UNI 12 x 12 x 25 cm) blocco forato (dim. 12/15 x 25 x 25 cm; 20 x 20 x 40 cm), e blocco forato ad incastro (dim. 20 x 25 x 30 cm; 20 x 30 x 45 cm; 20 x 30 x 50 cm).

Saranno denominati forati i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali; se non diversamente specificato si classificheranno in:

- foratino o "stiaccone" (tre fori dim. 5 x 15 x 30 cm);
- forato comune (sei fori dim. 8 x 12 x 25 cm);
- foratella o tramezza (otto-dieci fori dim. 8/12 x 25 x 25 cm);
- foratone (dodici fori dim. 12 x 24 x 24 cm, 15 x 24 x 30 cm).

A seconda del grado di cottura i laterizi (mattono pieno e semipieno, mezzo mattone, tre quarti, quarto o "bernardino", mezzolungo o "tozzetto", mezzana, pianella) potranno essere distinti in:

- a) albasì, poco cotti, porosi, di colore chiaro (rosa o giallo), scarsamente resistenti, di norma non adatti come materiale per funzioni strutturali;
- b) mezzanelli dolci, più rossi dei precedenti, ma con resistenza ancora piuttosto bassa;
- c) mezzanelli forti, di colore rosso vivo, poco porosi, con resistenza a compressione, nel caso di mattoni pieni, comprese tra 25 e 40 MPa;
- d) ferrioli, troppo cotti, di colore rosso scuro (tendente al bruno), poco porosi in superficie, poco aderenti alle malte.

Il colore, oltre che dalla temperatura di cottura e dalla durata di tale trattamento, dipenderà anche dal tenore degli ossidi di ferro, dei silicati e del calcare presente nella miscela argillosa, e potrà variare dal giallo al rosso, più o meno cupo.

Prodotti comuni: i mattoni pieni per uso corrente dovranno essere a forma di parallelepipedo regolare, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, avere una colorazione il più uniforme possibile nonché presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla norma UNI vigente.

Per i mattoni pieni e i mattoni e blocchi semipieni per uso corrente ai fini dell'accettazione di un elemento saranno ammesse:

- 1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell'elemento per elementi con una sezione fino a 700 cm²;
- 2 fessure per sezioni maggiori di 700 cm²;
- 4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 200% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;
- 2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo sono da considerarsi una fessura sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore 4 non saranno da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione ≤ 5% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Per ciascun elemento non sarà tollerata, sulla sua superficie, nessuna protuberanza o scagliatura di diametro medio > di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non dovranno essere sistematiche. La quantità di elementi non conformi, ammessa complessivamente nel campione, per fessure, scagliature e protuberanze dovrà risultare ≤ a 21.

Prodotti faccia a vista e da rivestimento: le liste in laterizio per rivestimenti murari a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, potranno presentare nel retro, tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o, essere foggiate con incastro a coda di rondine. Il loro potere di imbibizione non dovrà superare il 10% in peso di acqua assorbita ed il loro contenuto di Sali solubili non dovrà essere superiore a 0,05% o a 0,03%, a seconda dei tipi. Nel caso in cui il colore superficiale dell'elemento risultasse diverso da quello del supporto interno non sarà ammessa alcuna mancanza di rivestimento sulla superficie destinata a restare a vista che renda visibile il corpo ceramico di base.

Per quanto concerne le facce non destinate a rimanere a vista resteranno validi i requisiti enunciati per i prodotti comuni; diversamente, se destinate a restare a vista, i difetti superficiali (lunghezza, fessure, dimensioni scagliature e scheggiature) dovranno avere dimensioni tali da non eccedere i limiti riportati in tabella

Tabella 5.2 (UNI 8942/86)

Tipo	Facce in vista (ammessa una sola imperfezione per dm ² di superficie)	Spigoli
Liscio	5 mm	6 mm
Rigato, sabbato ecc.	10 mm	12 mm

La resistenza meccanica degli elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel DM n. 103/87 in caso di muratura portante e con quelle previste dalla norma UNI 8942 se si tratta di semplice rivestimento.

La fornitura dovrà essere accompagnata da dichiarazione del produttore che attesta la conformità dei mattoni e della stessa fornitura ai limiti di accettazione della norma UNI 8942 (semplice rivestimento) e DM n. 103/87 (in caso di muratura portante). Sarà, in ogni caso,

facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano realmente le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Tabella 5.3 Limiti di accettazione dei prodotti faccia a vista e da rivestimento per murature non portanti. All'interno della tabella non sono considerati, data la varietà dei valori delle caratteristiche, i prodotti formati a mano. I suddetti valori potranno essere concordati alla fornitura (UNI 8942)

CARATTERISTICA	LIMITI E/O TOLLERANZE
Dimensioni	
Lunghezza nel senso dei fori	± 3% (max ± 3 mm)
Altre dimensioni	± 2% (max ± 5 mm)
Spessore pareti	
Interne	6 mm minimo
Esterne	15 mm minimo
Forma e massa volumica	
Planarità facce lungo le diagonali	fino a 10 cm ± 2 oltre 10 cm < 2% (max ± 5 mm)
Rettilineità degli spigoli	fino a 10 cm ± 2 oltre 10 cm ± 2%
Ortogonalità degli spigoli	fino a 10 cm ≤ 2 oltre 10 cm ≤ 2%
CARATTERISTICA	LIMITI E/O TOLLERANZE
Dimensioni	
Percentuale foratura	nominale - 2 + 5%
Massa volumica	nominale ± 8%
Densità apparente	Da concordare
Resistenza meccanica	
Resistenza caratteristica a compressione	nominale - 8%
Coefficiente di variazione resistenza a compressione	≤ 20%
Trazione per taglio	da concordare
Flessione per taglio	da concordare
Altre determinazioni	
Inclusioni calcaree	massimo 1 cratere 3 <φ< 5 mm per dm ² ; diametro medio crateri < 5 mm;
Efflorescenze	Dopo 4 giorni di immersione in acqua gli elementi, lasciati asciugare non ne dovranno presentare
Imbibizione	8 - 20 g/dm ²
Assorbimento acqua (quantità)	10 - 25%
Rischio gelività	Comportamento "non gelivo" l'elemento dovrà resistere ad almeno 20 cicli di gelo e disgelo tra i + 50° e i - 20 °C

Gli elementi speciali di laterizio per l'esecuzione di solai ovvero sia le **pignatte** (avente funzione statica collaborante) e le **volterrane** (avente funzione principale di alleggerimento) dovranno presentare i seguenti spessori minimi: pareti superiori e perimetrali a 8 mm; setti interni 7 mm; raggio minimo di raccordatura 3 mm. Per gli elementi collaboranti alti h cm (altezza variabile da 12 a 24 cm) l'altezza minima della zona rinforzata (S) sarà 5 cm per h ≥ 25 e h/5 cm per h ≤ 25, in ogni caso S non potrà essere inferiore a 4 cm. L'altezza complessiva di entrambi questi blocchi di laterizio potrà variare da 12 cm a 24 cm mentre l'interasse varierà da un minimo di 33 cm ad un massimo di 50 cm. La resistenza meccanica dei suddetti elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Tabella 5.4 Resistenza caratteristica a compressione

Tipo blocchi	Volterrane di alleggerimento Kg/cm ²	Pignatte collaboranti Kg/cm ²
R _k parallela ai fori	150	300
R _k trasversale ai fori	50	150
P punzonamento	150	50

Le **tegole piane** (embrici o tegole marsigliesi) o curve (coppi o canali), di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a 120 kg, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di 1 kg cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI EN 538-539). Le tegole piane, infine, non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

Art.75. MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

75.1 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto prescritto di fusione, laminazione trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato DM 30 maggio 1974 ed alle norme UNI vigenti nonché presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1. *Ferro*: il ferro comune di colore grigio con lucentezza metallica dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.
2. *Acciaio trafilato o laminato*: tale acciaio, che potrà essere del tipo I (ossia extradolce e dolce il cosiddetto ferro omogeneo, con contenuto di carbonio inferiore a 0,1% per il primo e compreso tra 0,1% e 0,2 % per il secondo; gli acciai saranno indicati con i simboli Fe 33 C10 o C16, e Fe 37 C20), o del tipo II (ossia semiduro e duro compresi tra il Fe 52 e il Fe 65 con contenuto di carbonio compreso tra 0,3% e 0,65%), dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, saranno richiesti perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alte ragioni. Esso dovrà, inoltre, essere saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. Rientreranno in questa categoria le piastre, le lamiere (sia lisce sia ondulate, sagomate ovvero grecate o microdogate), le staffe e le cravatte per il consolidamento delle travi in legno, i fogli ed i nastri di vari spessori e dimensioni.
3. *Acciaio profilato per strutture di armatura*: rientreranno in questa categoria sia i prodotti ottenuti per estrusione i cosiddetti "profilati" a sezione più o meno complessa secondo le indicazioni di progetto (a "T" UNI 5681, a "doppio T o IPE" UNI 5398; ad "H o HE" UNI 5397; ad "L"; ad "U" ecc.) sia quelli a sezione regolare detti anche barre, "tondini" o "fili" se trafilati più sottili. I tondini di acciaio per l'armatura del calcestruzzo siano essi lisci (Fe B32 k) o ad aderenza migliorata (Fe B38 k o Fe B44 k) dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel DM del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il collaudo e l'esecuzione delle strutture delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" attuativo della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e relative circolari esplicative, nonché alle norme UNI vigenti. In linea generale il materiale dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tabella 6.1 Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate e per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9/01/96)

Tipo di acciaio	Fe B38 k	Fe B44 k
Diametro	5 ÷ 30 mm	5 ÷ 26 mm
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ 375	≥ 375
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ 450	≥ 540
Allungamento A5	≥ 14	≥ 12
Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino avente diametro	3 Φ	4 Φ
Oltre 12 mm fino ai 18 mm	6 Φ	8 Φ
Oltre 18 mm fino a 25 mm piega e raddrizzamento su mandrino avente diametro	8 Φ	10 Φ
Oltre 25 mm fino a 30 mm	10 Φ	12 Φ

4. Reti in acciaio elettrosaldato: le reti di tipo "normale" avranno diametri compresi tra i 4 mm e i 12 mm, potranno su richiesta essere zincate in opera; quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/m²) perfettamente aderente alla rete. Tutte le reti utilizzate in strutture di cemento armato dovranno avere le caratteristiche richieste dal DM 27 luglio 1985 e dal DM 09 gennaio 96 nonché delle norme UNI vigenti (UNI 8926-27 e UNI ISO 10287).

Tabella 6.2 Caratteristiche meccaniche per reti di acciaio elettrosaldate (D.M. 9/01/96)

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} ovvero $f(0,2)k$	N/mm ²	≥ 390
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	N/mm ²	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	Φ min/ Φ max	$\geq 0,60$
Allungamento A ₁₀	%	≥ 8
Rapporto f_{tk}/ f_{yk}		$\geq 1,10$

5. Acciai inossidabili austenitici (UNI 3158-3159; 3161): dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI (American Iron Steel Institute) 304 e 316 (cioè ai rispettivi tipi UNI X5 Cr-Ni 1810 e X5 Cr-Ni-Mo 1712), e AISI 304L e 316L (rispettivi tipi UNI X2 Cr-Ni 1811 e X2 Cr-Ni-Mo 1712), aventi composizione chimiche sostanzialmente uguali alle precedenti a parte per la percentuale di

carbonio sensibilmente inferiore che permetterà di migliorare ulteriormente le rispettive caratteristiche di resistenza alla corrosione a fronte, però, di una leggera diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica (il carico unitario di snervamento R_s scende da 250 MPa a 220 MPa per il tipo 304 e da 260 MPa a 240 MPa per il tipo 316). Nell'acciaio AISI 316 l'utilizzo di molibdeno permetterà di migliorare sensibilmente le caratteristiche alla corrosione in particolare di quella per violatura (il PRE cioè l'indice di resistenza alla violatura Pitting Resistance Equivalent del tipo 316 è pari a 23-29 contro il 17-22 di tipo 304). Il tipo di acciaio a cui si farà riferimento per le caratteristiche meccaniche è il Fe B 44 k. Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguiranno le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a. Il peso dell'acciaio inox ad aderenza migliorata ad elevato limite elastico (low carbon) verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dm² per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dm² per il tipo AISI 316L.

Tabella 6.3 Caratteristiche fisico-meccaniche degli acciai inossidabili

Materiale	Indice resistenza	Conducibilità termica	Modulo elastico GPa	Carico di snervamento kg/mm ²	Allungam. minimo %	Strizione minima %
AISI 304	17-22	15	200	25	55	65
AISI 304L	18-21	15	200	22	55	70
AISI 316	23-29	15	193	26	55	70
AISI 316L	23-29	15	193	24	55	70
AISI 430	16-18	26	203	50	18	50

6. Ghisa: (UNI 5330) la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. Dovrà essere assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. Le caratteristiche dovranno adempiere i parametri elencati in tabella

Tabella 6.4 Proprietà meccaniche delle ghise

Tipo	Carico a rottura (minimo) MPa	Allungamento a rottura (minimo) %	Numero durezza Brinell	Resilienza Charpy KJ/m ²	Modulo Elastico MPa
Ghisa grigia ordinaria UNI G 15	147	1	150	40	84000

75.2 METALLI VARI

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame, il bronzo, l'ottone, l'alluminio, l'alluminio anodizzato, e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui saranno destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza ovvero la durata.

Art.76. PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato: le denominazioni commerciali dovranno essere riferite a campioni, atlanti ecc.; i prodotti di seguito elencati dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2229-2232, e 3334 alle norme UNI alle norme tecniche del CNR nonché alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

76.1 SCELTA DEI MASSI NATURALI

I massi estratti dalle cave devono essere selezionati, in relazione alle norme del presente capitolato, scartando quelli che presentano lesioni o, comunque, si presentino non idonei.

La Direzione dei lavori, secondo le esigenze, ha facoltà di dare la precedenza al carico di massi di determinata categoria; come pure può ordinare la estrazione ed il trasporto in opera di massi di una determinata categoria, anche se in cava fossero già pronti massi di altre dimensioni che, in conseguenza, dovranno rimanere in sosta.

L'Impresa, pertanto, è obbligata a corrispondere prontamente e senza pretendere indennizzo alcuno, ad ogni richiesta di manovre e di modalità esecutive più onerose.

L'Impresa deve sollecitamente allontanare dal cantiere e dalla zona del lavoro quei massi che la Direzione dei lavori non ritenga idonei ad un utile impiego.

76.2 CALCARE

Roccia sedimentaria o metamorfica costituita prevalentemente, da calcite, ovvero da carbonato di calcio, generalmente con associazione d'impurezze ed altre sostanze che ne modificano le caratteristiche tecniche. La loro formazione potrà essere di due tipi: sedimentaria di deposito chimico (travertini, alabastri calcarei, tufi calcarei o calcareniti ecc.) o alterazione chimica e deposito meccanico, cioè da deposito di prodotti di disgregazione di altre rocce ricimentatesi (conglomerati come breccie a scheletro di pezzatura spigolosa e puddinghe sempre con pezzatura grossa ma a carattere arrotondato); di tipo metamorfica con processo di ricristallizzazione (marmi). I calcari, possiedono, di norma, durezza media (3 Mohs), peso specifico da 1,7 a 2,8 ton/m³; resistenza alla compressione da buona ad ottima, non sono gelivi. I calcari teneri non risultano suscettibili di lucidatura, hanno grana fine ed omogenea; potranno essere utilizzati sia per apparecchi portanti sia per elementi decorativi. I calcari compatti sono, normalmente, lucidabili, avranno struttura microcristallina e proprietà superiore a quelle di marmi.

76.3 PIETRA (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile. Sotto questa categoria potranno essere classificate rocce di composizione mineralogica svariata non inseribili in alcuna classificazione, comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

rocce tenere e/o poco compatte, come varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.);

rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturali (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Dovranno essere, in assoluto, scartate le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione (in relazione sia alla natura della roccia prescelta sia dell'impiego) dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2229 e 2232, nonché alle norme UNI vigenti.

76.4 PIETRA DA TAGLIO

Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità e/o lucidabilità. Le forme, le dimensioni ed i sistemi di lavorazione dei pezzi, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, verranno man mano indicati dalla D.L. Le lavorazioni da adottare per le pietre da taglio se non diversamente specificato saranno le seguenti:

- a semplice sbazzatura;
- a punta grossa; a punta mezzana; a punta fine;
- a martellina grossa; a martellina fina;
- a bocciarda grossa; a bocciarda media; a bocciarda fine;
- a gradina media; a gradina fine;
- a scalpellino medio; a scalpellino fine.

Le facce delle pietre da taglio, anche se unicamente sbazzate, dovranno venir lavorate sotto regolo, così da non perdere mai sinuosità maggiori di 1 cm; le pietre lavorate a punta grossa non dovranno presentare sinuosità maggiori di 5 mm. Nei conci lavorati a punta mezzana ed a punta fina, i letti di posa dovranno essere ridotti a perfetto piano e le facce dovranno presentare spigoli ben vivi e ben rifilati così che le giunture celate non superino la larghezza di 8 mm e quelle in vista di 4 mm. Allorché sia comandata la lavorazione a martellina, le superfici lavorate dovranno essere a "pelle" piana e liscia, senza sinuosità e sporgenze alcuna e le attaccature non dovranno essere superiore ai 2 mm.

Per le opere a "faccia a vista" dovrà essere vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di breccie. Per questo specifico utilizzo dovranno essere utilizzate pietre caratterizzate da una buona resistenza a compressione ed a flessione, capacità di resistenza agli agenti atmosferici ed alle sostanze inquinanti, nonché presentare una buona tenacità (resistenza agli urti).

76.5 TRAVERTINO (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da impiegare in rivestimenti esterni ed interni, in pavimenti, marcapiani, elementi architettonici in genere; alcune varietà sono lucidabili. È una roccia concrezionata, a struttura microcristallina; la sedimentazione delle concrezioni potrà risultare molto evidenziata da stratificazioni parallele a bande e zonature talvolta anche molto marcate determinate da variazioni di colore e porosità.

Tabella 9.1 Proprietà fisiche delle pietre naturali

Rocce	Massa volumica (peso sp. app.) ton/m ³	Massa volumica appar. (peso in mucchio) ton/ m ³	Porosità assoluta % del volume	Porosità appar. volume %	Coefficiente d'imbibizione in peso %
a) intrusive					
Granito, Sienite	2,60-2,80	1,3-1,4	0,4-1,5	0,4-1,4	0,2-0,5
Diorire, Gabbro	2,80-3,00	1,4-1,5	0,5-1,6	0,5-1,5	0,2-0,4
b) effusive					
Porfido quarzifero,	2,55-2,80	1,3-1,4	0,4-1,8	0,4-1,5	0,2-0,7
Porfite, Andesite					
Basalto, Melafiro	2,95-3,00	1,4-1,5	0,2-0,9	0,3-0,7	0,1-0,3
Rocce	Massa volumica (peso sp. app.) ton/m ³	Massa volumica appar. (peso in mucchio) ton/ m ³	Porosità assoluta % del volume	Porosità appar. volume %	Coefficiente d'imbibizione in peso %
c) detritiche					
Pomice	50-1,10	0,5-0,9	30-70	25-60	30-70
Tufo vulcanico	1,80-2,00	0,6-1,0	20-30	12-30	6-15
a) clastiche					
Arenaria	2,60-2,65	1,3-1,4	0,4-0,2	0,4-1,3	0,2-0,5
b) organogene					
Calcere tenero, inclusi i conglomerati	1,70-2,60	1,3-1,4	0,5-30	0,5-25	1,0-25
Calcere compatto	2,65-2,85	1,3-1,4	0,4-2,0	0,5-1,8	2,0-4,0
c) chimica					
Dolomia	2,30-2,85	1,3-1,4	0,4-2,0	0,5-1,8	2,0-4,0
Travertino	2,40-2,50	1,1-1,2	5,0-12	4,0-10	2,0-5,0
Gneiss	2,65-3,00	1,3-1,5	0,4-2,0	0,3-1,8	0,1-0,6
Scisti (lavagna)	2,70-2,80		1,6-2,5	1,4-1,8	0,5-0,6
Marmo	2,70-2,80	1,3-1,4	0,5-3,0	0,5-2,0	0,0-1,0
Quarziti	2,60-3,65	1,3-1,4	0,4-2,0	0,2-0,6	0,2-0,6

Tabella 9.2 Proprietà meccaniche delle pietre naturali

Rocce	Resistenza a rottura per compressione MPa	Resistenza a rottura per flessione MPa	Modulo di elasticità MPa	Tenacità (rest. all'urto) kgcm/cm ²	Resistenza a usura (rif. granito pari a 1)
Granito, Sienite	157-235	10-20	49.000-59.000	110-120	1
Diorire, Gabbro	167-295	10-21	78.400-98.000	130-180	1-1,5
Porfido quarzifero,	176-295	15-20	49.000-69.000	130-240	1-1,5
Porfite, Andesite					
Basalto, Melafiro	245-395	12-25	88.000-118.000	160-300	1-2
Tufo vulcanico	5-20	0,7	9.800-29.500	---	---
Arenaria	120-200	4-9	30.000-40.000	150-260	
Calcere tenero	20-88	5-10	29.000-59.000	70-110	4-9
Calcere compatto	78-176	6-15	39.000-69.000	70-110	4-8
Travertino	20-60	4-10	24.500-49.000	60-100	7-12
Gneiss	157-275	---	49.000-69.000	40-100	1-2
Scisti (lavagna)	30-100	---	19.500-59.000	40-80	4-8
Marmo	100-176	6-15	39.000-69.000	70-100	4-8
Quarziti	145-295	---	49.000-69.000	110-180	1-1,5

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli che potranno essere utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione di integrazioni parziali o totali del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo specifico inerente l'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Tutti i prodotti dovranno essere contenuti in appositi imballi ed accompagnati da schede informative. I manufatti, prima della posa, andranno attentamente controllati avendo l'accortezza di mischiare i materiali contenuti in più imballi o appartenenti a lotti diversi.

77.1 PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

I prodotti che rientrano in questa categoria si intendono definiti come segue:

- a) **elemento lapideo naturale:** elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);
- b) **elemento lapideo ricostituito (conglomerato):** elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- c) **elemento lapideo agglomerato ad alta concentrazione di agglomerati:** elemento il cui volume massimo del legante risulterà minore del 21% nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima fino a 0,8 mm, e minore del 16%, nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima maggiore;
- d) **blocco informe:** blocco la cui conformazione non risulterà ridotta ad una forma geometrica regolare;
- e) **blocco squadrato:** blocco la cui conformazione risulterà ridotta ad una forma geometrica regolare tendenzialmente parallelepipedica, destinata a successivo taglio e segazione in lastre;
- f) **lastra:** elemento semilavorato avente una dimensione (lo spessore) notevolmente minore delle altre due (la lunghezza e la larghezza), determinato da due facce principali nominalmente parallele. In riferimento allo spessore si distinguerà in: sottile (spessore minore a 20 mm) o spessa (spessore maggiore di 80 mm); mentre, in riferimento agli strati di finitura superficiale si distinguerà in:
 - lastra a piano sega ovvero lastra la cui faccia a vista non avrà subito una lavorazione di rifinitura successiva alla segazione (ad es., lucidatura o bocciardatura);
 - lastra a paramento lavorato ovvero lastra la cui faccia a vista avrà subito una lavorazione di rifinitura successiva alla segazione;
 - lastra a spacco ovvero lastra con facce nello stato di finitura che si presenterà dopo l'operazione di spacco;
 - lastre ovvero lastre con facce a piano naturale di cava

A riguardo della conformazione planimetrica delle facce le lastre potranno distinguersi in:

- lastre da telaio ovvero con bordi laterali irregolari aventi conformazione planimetrica assimilabile ad un rettangolo;
 - lastre informi ovvero con contorno irregolare, con facce indifferentemente lavorate.
- g) **lastra rifilata:** (definita anche marmetta) elemento lastriforme tagliato nella conformazione e nelle misure richieste per la posa in opera; a richiesta potrà essere calibrata (lavorata meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate). Le suddette lastre potranno essere a misura fissa, a misura fissa di serie, a misura fissa a casellario o a correre (cioè di larghezza fissata e lunghezza non definita, variabile entro limiti stabiliti);
 - h) **massello:** elemento semilavorato non lastriforme di conformazione parallelepipedica. Il massello si potrà distinguere in: massello a spacco (avente cioè le facce ricavate con spacco cava); massello rifilato (con le facce ricavate con lavorazione meccanica); massello a correre (avente larghezza e spessore fissate e lunghezza non definita variabile entro limiti stabiliti).
 - i) **Cubetto:** elemento semilavorato di forma pressoché cubica ottenuto, per spaccatura meccanica il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato. Tali materiali verranno distinti, a seconda della lunghezza in centimetri di detto spigolo nei seguenti assortimenti: 4/6, 6/8, 8/10, 10/12, 12/14 e 14/18; la tolleranza dovrà essere non superiore a 1 cm. i vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali tra loro. La superficie del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessive ruvidità. Le quattro facce laterali saranno ricavate a spacco e non segate, si presenteranno, pertanto, con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadro. I cubetti devono essere costituiti da porfidi, graniti basalti o da altre rocce particolarmente dure e tenaci, preferibilmente a grana non troppo fine. Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso con la tolleranza prevista. I cubetti dovranno rispondere alle norme prescritte dalla Circolare Ministeriale LL.PP. 13 gennaio 1955, n. 98.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture ecc., si rimanda alla norma UNI 9379 e UNI 10330.

I prodotti sopra descritti dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo 9 "pietre naturali o ricostruite" del presente capo. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intenderà che le lastre grezze conterranno la dimensione nominale; le lastre finite, marmette ecc. avranno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2234 e 2232 e alle norme CNR-UNI vigenti.

Le forniture dovranno essere fatte su pallets ed i prodotti, dovranno essere opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze estranee. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

77.2 GRANIGLIA

La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità. Il grado di durezza delle graniglie dovrà essere tale da corrispondere alle prove d'usura per attrito rasente e per getto di sabbia, in conformità a quanto disposto nel RD del 16 novembre 1939, nn. 2232 e 2234 e alle norme UNI vigenti.

77.3 PITTURE

Le pitture dovranno di norma, costituirsi da un pigmento, un veicolo o legante, un diluente e un seccante. In taluni casi, al composto, potrà essere aggiunto un antifementativo o degli antimuffa. Il pigmento dovrà essere, generalmente, di origine inorganica o artificiale. Il potere coprente richiesto alle pitture sarà determinato dal pigmento e dalle cariche.

77.3.1 PITTURE A COLLA O TEMPERA

Dovranno costituirsi di sospensioni acquose di pigmenti, cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), e leganti a base di colle naturali (caseina, colla di pesce, latte, colla di farina ecc.) o sintetiche (colle viniliche, acriliche o di altro tipo di sintesi). Dovranno essere, preferibilmente, utilizzate su pareti interne intonacate perfettamente asciutte. In relazione alle modalità realizzative questa pittura potrà essere suddivisa in tre tipi: quella che si ottiene "stemperando" i colori in acqua e aggiungendo in un secondo momento il legante (ovvero la colla); quella che si ottiene tinteggiando con pigmenti precedentemente stemperati in acqua e poi a soluzione asciutta vaporizzando soluzioni molto diluite di colla e quella ottenuta dalla stesura della miscela ottenuta dall'impasto unico di colla colori ed acqua.

Il prodotto utilizzato, in ogni caso, dovrà possedere buona adesività al fine di eliminare lo scrostamento al contatto, buon potere coprente permettere sia la sovrapposizione dei colori sia, gli eventuali ritocchi, buona resistenza all'azione dell'acqua e dell'umidità, soprattutto se estesa all'esterno, brillantezza di colore e resistenza nel tempo.

77.3.2 PITTURE AD OLIO

Potranno comporsi di oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti. Rispetto alla tinteggiatura a tempera, dovrà presentare una maggiore elasticità e quindi capacità di seguire le eventuali deformazioni del fondo e presentare, inoltre, notevole impermeabilità e capacità di ritocco senza che i colori si mescolino tra loro in modo incontrollabile. Dovranno possedere un alto potere coprente, risultare resistenti all'azione degradante dell'atmosfera, delle piogge acide, dei raggi ultravioletti.

77.3.3 PITTURE CEMENTIZIE

Si comporranno di sospensioni acquose di cementi bianchi, resine acriliche in emulsione, cariche micronizzate, pigmenti inorganici ed additivi chimici (antialga e antimuffa) in polvere. Dovranno essere preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che avvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto diluirle in acqua per eventuali riutilizzi. Il film essiccato di queste pitture, presenterà una bassa porosità che lo renderà particolarmente indicato per il trattamento e la protezione di strutture in cemento armato, dall'azione aggressiva dell'anidride carbonica. Inoltre il suo basso assorbimento d'acqua permette di preservare i supporti dall'azione di usura dovuta all'azione di "gelo-disgelo". Il tipo di finitura satinata permetterà di uniformare l'aspetto cromatico di getti non omogenei di calcestruzzo senza coprirne il disegno. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di fabbriche come manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, ovvero su manufatti sottoposti ad interventi di conservazione e restauro, l'utilizzo di pitture cementizie dovrà essere vietato.

77.3.4 PITTURE EMULSIONATE

Emulsioni o dispersioni acquose che si costituiranno di pigmenti organici o inorganici, di cariche (carbonati di calcio, silicati di alluminio, polveri di quarzo ecc.) e da additivi sospesi in una resina sintetica (acrilica o acetoviniliche-versatiche). Poste in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego, dovranno essere in grado di realizzare sia forti spessori sia film sottilissimi. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne, in questo ultimo caso dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico-chimico operato dagli agenti inquinanti. Queste pitture dovranno risultare impermeabili ed il loro degrado avverrà per filmazione od spogliamento-spellatura. Dovranno essere applicate con maestria e possedere colorazione uniforme. Potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone ed altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto.

77.3.5 IDROPITTURA (PITTURA ALL'ACQUA, PITTURE LAVABILI) A BASE DI COPOLIMERI ACRILICI

Pitture in cui il legante dovrà essere costituito da una dispersione acquosa di resine sintetiche (soprattutto copolimeri acrilici) con pigmenti che potranno essere organici ad alto potere coprente o inorganici (ad es., farina di quarzo, caolino, biossido di titanio ecc.).

comunque molto coprenti con l'aggiunta di additivi reologici ed antimuffa. Questo consentirà di dare luogo a coloriture "piatte" con un effetto "cartonato". Le cariche dovranno essere costituite da materiali inerti, stabili rispetto all'acidità degli ambienti inquinanti. Le caratteristiche principali di questa pittura saranno: aspetto opaco-serico, ottima adesione al supporto, insaponificabile, ottimo potere riempitivo, resistenza agli alcali ed agli agenti aggressivi dell'inquinamento, resistenza all'attacco di funghi, muffe e batteri, superlavabile (resiste ad oltre 500 cicli di spazzola), eccellente stabilità di tonalità delle tinte e non ingiallente, resistenza ai raggi ultravioletti. Questo tipo di pittura risulterà idonea su intonaco civile di malta bastarda, cementizia o equivalente, intonaco a gesso, nuovo o già rivestito con altre pitturazioni (previa preparazione con pulizia ed applicazione di idoneo fissativo uniformante e/o consolidante), elementi prefabbricati in conglomerati cementizi a superficie compatta, uniforme e piana, legno truciolare. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di manufatti di chiaro interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere vietato l'utilizzo di idropitture acriliche.

77.3.6 BOIACCA PASSIVANTE

Boiaccia passivante anticarbonatante, pennellabile per la protezione dell'armatura di strutture in cemento armato normalmente caratterizzata da colori vivaci (arancio, azzurro, verde ecc.). Il prodotto potrà essere monocomponente, esente da nitrati, da miscelare con sola acqua (quantità variabile tra 0,3 e 0,5 l/kg), o bicomponente (A = miscela di cemento o leganti idraulici ad elevata resistenza, polveri silicee con idonea curva granulometrica, inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 N/mm², resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60 min, temperatura limite di applicazione tra +5°C e +35°C, classe zero di reazione al fuoco.

Lo strato minimo di protezione di tale pittura dovrà essere di almeno 1 mm.

77.4 VERNICI

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti; in genere utilizzati su legno, pietre naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari quando si vorrà aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza. I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

77.4.1 VERNICI NATURALI E SINTETICHE

Le vernici dovranno creare una pellicola trasparente, lucida od opaca. Di norma si otterranno per sospensioni di pigmenti e delle cariche (talco, quarzo, caolino ecc.) in soluzioni organiche di resine naturali (coppale, colofonia, trementina benzoino, mastice ecc.) o sintetiche, (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, fenoliche, siliconiche ecc.). La percentuale di veicolo (legante + solvente) dovrà di norma essere pari al 50%, nel caso di verniciature per esterno, la composizione dovrà essere: 40% di pigmento e 60% di veicolo caratterizzato da resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli agenti alcalini.

Le vernici per gli interni dovranno essere a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. Dovrà essere fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Di norma le vernici essicheranno con rapidità formando pellicole molto dure. Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce ed agli urti; essere utilizzate dietro precise indicazioni della D.L. che dovrà verificarne lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

77.4.2 SMALTI

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini: alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc.; si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla. All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici: miscele di resine termoindurenti sciolte in acquaragia insieme ai pigmenti; queste sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere la caratteristica di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni anche all'esterno.

77.4.3 VERNICE ANTIRUGGINE E ANTICORROSIVE

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., se non diversamente specificato si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso. La vernice dovrà risultare sovraverniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleosintetiche, sintetiche e al clorocaucciù. L'applicazione di tale vernice potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, in entrambi i casi lo spessore minimo di pellicola secca per strato dovrà essere di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm mentre lo spessore massimo sarà di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm.

Art.78. ADDITIVI

Gli additivi per malte e calcestruzzi dovranno essere sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, risulteranno capaci di modificare le proprietà (lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione ecc.). Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI 7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001.

Gli additivi sono classificati in funzione alle loro proprietà:

- a) *fluidificanti*: (norma UNI 7102, 7102 FA 94-80) migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo, in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione e di conseguenza la quantità d'acqua (riduzione rapporto. acqua-cemento del 5%) vengono denominati anche riduttori d'acqua. I fluidificanti potranno essere miscelati tra loro in svariati modi (ad es. fluidificanti-aeranti UNI 7106, 7106 FA 96-80, fluidificanti-ritardanti UNI 7107, 7107 FA 97-80, fluidificanti-acceleranti UNI 7108, 7108 FA 98-80);
- b) *superfluidificanti*: (norma UNI 8145, 8145 FA 124-83) permettono un'ulteriore diminuzione dell'acqua nell'impasto rispetto ai fluidificanti normali, rapporto di riduzione acqua-cemento fino al 20-40%. Sono, in genere, costituiti da miscele di polimeri di sintesi mischiati con altre sostanze come la formaldeide.
- c) *porogeni-aeranti*: (norma UNI 7103, 7106 FA 96-80) in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 Kg per 100 Kg di legante saranno sufficienti per ottenere un'introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%. Questo tipo di additivo risulterà in grado di facilitare, prima della presa, la lavorabilità nonché evitare la tendenza alla essudazione ovvero il processo di sedimentazione della malta fresca nel periodo precedente all'indurimento. Il limite di questo additivo risiede nel progressivo riempimento delle microbolle con materiali di idratazione;
- d) *acceleranti*: (norma UNI 7105) agiscono sull'idratazione aumentandone la velocità, si distinguono in acceleranti di presa ed acceleranti di indurimento. I più comuni sono costituiti da silicato o carbonato di sodio e/o di potassio, cloruro di calcio (additivo antigelo uni 7109);
- e) *ritardanti*: (norma UNI 7104, 7104 FA 95-80) loro scopo è ritardare l'idratazione quindi la presa al fine di consentire un tempo più lungo di lavorabilità, potranno essere di origine organica e inorganica;
- f) *plastificanti*: sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, miglioreranno la viscosità, la stabilità e l'omogeneità dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti e diminuendo lo spurgo dell'acqua;
- g) *espansivi*: (norma UNI 8146-8149) gli agenti espansivi comprendono un ampio ventaglio di prodotti preconfezionati (prevalentemente di natura organica) che, pur non essendo propriamente additivi potranno, in qualche misura rientrare ugualmente nella categoria. La caratteristica principale è quella di essere esenti da ritiro.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire controlli (anche parziali) su campioni di fornitura od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 1 del presente capo.

Art.79. MATERIALI DIVERSI (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

79.1 SIGILLANTI

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati;
- diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

79.2 ADESIVI

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso. Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.); non saranno, invece, inclusi fuori gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
- UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
- UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, ovvero in aggiunta il soddisfacimento delle prescrizioni predette, si intenderà attestato allorché il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

79.3 GEO-TESSUTI

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestre e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Salvo diverse specifiche presenti negli elaborati di progetto, ovvero negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti se risponderanno alle seguenti caratteristiche:

tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;

spessore: $\pm 3\%$;

resistenza a trazione (non tessuti: UNI 8279-4);

resistenza a lacerazione (non tessuti: UNI 8279-9; tessuti 7275);

resistenza a perforazione con la sfera (non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);

assorbimento dei liquidi (non tessuti: UNI 8279-5);

ascensione capillare (non tessuti: UNI 8279-7);

variazione dimensionale a caldo (non tessuti: UNI 8279-12);

permeabilità all'aria (non tessuti: UNI 8279-3);

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di geotessuto facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà confermato allorché il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate ovvero sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

79.4 TESSUTI-NON-TESSUTI

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termo-pressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

Art.80. MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ

La procedura di impregnazione dei materiali costituenti le superfici esterne dei fabbricati sarà rivolta a tutelare le strutture architettoniche (ovvero archeologiche) da attacchi da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. I "prodotti" da utilizzarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzati quali pre-consolidanti, consolidanti e protettivi. All'appaltatore sarà vietato utilizzare prodotti impregnanti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, nonché fare uso generalizzato delle suddette sostanze. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

La scelta dei suddetti prodotti dovrà riferirsi alla natura e alla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: esenti di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace ovvero con pietra a vista tenera e porosa; esenti di rivestimento in cotti a vista albas e porosi, mezzanelli (dolci o forti) o ferrioli; esenti di rivestimento in calcestruzzo; rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori o, infine, rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

Altri fattori che dovranno influenzare la scelta delle sostanze impregnanti dovranno essere quelli risultati a seguito della campagna diagnostica condotta, necessariamente, dall'appaltatore secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NorMaL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni fornitura dovrà, in ogni caso, essere sempre accompagnata da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad eseguire. In specifico, le peculiarità richieste, in relazione al loro utilizzo, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi U.V.;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità dalla reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

I prodotti di seguito elencati (forniti nei contenitori originali e sigillati), saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI vigenti.

80.1 IMPREGNANTI PER IL CONSOLIDAMENTO

I prodotti impregnati da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" sufficientemente lungo tanto da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

I prodotti consolidanti più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici, dei composti a base di silicio e dei composti inorganici la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate.

80.1.1 COMPOSTI ORGANICI

A differenza dei consolidamenti inorganici, che basano il loro potere consolidante sull'introduzione nel materiale di molecole simili a quelle del substrato lapideo naturale o artificiale con il quale devono legarsi, i consolidamenti organici eserciteranno la loro azione mediante un elevato potere adesivo, capace di saldare tra loro i granuli decoesi del materiale lapideo.

Questi composti, in gran parte dotati anche di proprietà idrorepellente e quindi protettive, saranno per lo più polimeri sintetici noti come "resine" le quali opereranno introducendosi all'interno del sistema capillare dei materiali dove si deporranno successivamente all'evaporazione del solvente (soluzione) o del veicolo (emulsioni) che le racchiude, dando vita ad una rete polimerica che circonda le particelle.

I suddetti composti potranno essere termo-plastici o termo-indurenti: i primi sono costituiti da singole unità polimeriche (sovente con struttura quasi lineare) non stabilmente legate una con l'altra ma connesse solo da deboli forze. Tali polimeri garantiranno una buona reazione ad urti e vibrazioni, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale; manterranno, inoltre, una certa solubilità che ne garantirà la reversibilità, saranno, in genere adoperati per materiali lapidei, per le malte e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli); la loro applicazione avverrà distribuendo una loro soluzione (ovvero anche un'emulsione acquosa) magari associando altri componenti (tensioattivi, livellanti ecc.), la successiva evaporazione del solvente lascerà uno strato più o meno sottile di materiale consolidante. I polimeri termoplastici risulteranno spesso solubili in appropriati solventi (sovente funzionalizzanti come chetoni, idrocarburi clorurati, aromatici ecc.) e potranno essere, all'occorrenza plasmati attraverso un idoneo riscaldamento.

I prodotti termoindurenti (costituiti da catene singole che però sono in grado di legarsi fortemente tra loro dando vita ad una struttura reticolare che interessa tutta la zona di applicazione) avranno, al contrario, solubilità pressoché nulla, risulteranno irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi U.V.; saranno, di norma, impiegati come adesivi strutturali. Al fine di migliorare il grado di reticolazione e di conseguenza le caratteristiche di aderenza può risultare utile operare una preliminare operazione di deumidificazione del supporto di applicazione.

80.1.2 RESINE ACRILICHE

Le resine acriliche sono composti termoplastici ottenuti dalla polimerizzazione di esteri etilici e metilici dell'acido acrilico e dell'acido meacrilico. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti abbastanza ampi in relazione al monomero (ovvero ai monomeri, se copolimeri) di partenza e la peso molecolare del polimero. La maggior parte delle resine acriliche liberano i solventi con una certa difficoltà e lentezza, pertanto un solvente ad evaporazione rapida come l'acetone (in rapporto 1:1), fornisce, generalmente, risultati migliori rispetto ad altri solventi tipo toluolo e xilolo (che inoltre presentano un grado di tossicità più elevato). Questa classe di resine presenterà una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento. Il loro potere adesivo è buono grazie alla polarità delle molecole, ma essendo polimeri termoplastici, non potranno essere utilizzati come adesivi strutturali; il limite risiede nella scarsa capacità di penetrazione, sarà, infatti, difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si possono ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà, però a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, inoltre, sempre in presenza di acqua, tenderanno a dilatarsi pertanto, risulteranno adatte per superfici interne o quantomeno per superfici non direttamente esposte agli agenti atmosferici.

Resine acriliche solide: tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato fornita in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone, clorotene, sarà anche miscibile con etanolo con il quale formerà una soluzione lattiginosa e film completamente trasparente. Questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, resistenza agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, legno, ceramica e come fissativo ed aggregante superficiale di intonaci ed affreschi interni. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura di oltre 15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre, essere evitate le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina (fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale). Orientativamente le percentuali di resina utilizzate p/v potranno essere: 2-5% per il preconsolidamento di elementi lapidei; 10% per il consolidamento del legno e per la verniciatura fissativa a spray di dipinti; 20% per il fissaggio di frammenti di pietra, stucco decoeso, tessere di mosaico ecc. mediante fazzoletti di garza di cotone; 30% per il fissaggio di scaglie in pietra o laterizio.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.1.3 RESINE EPOSSIDICHE

A questa categoria appartengono prodotti a base di resine epossidiche liquide che presenteranno le seguenti caratteristiche: bassa viscosità, elevato residuo secco, esenti da solventi con reattività regolare, polimerizzabile a temperatura ambiente (12-15°C) ed in presenza di umidità. Questa classe di resine presenterà, inoltre, elevate caratteristiche di resistenza chimica (soprattutto agli alcali), meccanica e di adesione così da consentire il ripristino dell'omogeneità iniziale delle strutture lesionate. L'applicazione potrà avvenire a pennello, a tampone, con iniettori in ogni caso sotto stretto controllo dal momento che presenteranno un limitato pot-life. L'elevate caratteristiche meccaniche (in genere non compatibili con i materiali lapidei), la bassa permeabilità al vapore, il rapido invecchiamento con conseguente ingiallimento se esposte ai raggi U.V. non rende questo tipo di resine particolarmente adatto per superfici di materiali porosi quali pietra, legno, cotto, malta. Il loro impiego dovrà, pertanto, essere attentamente vagliato dall'appaltatore e sempre dietro specifica richiesta della D.L. orientativamente potranno essere messe in opera per il consolidamento/protezione di manufatti industriali, di superfici in cls e di costruzioni sottoposte ad un forte aggressione chimica.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità) del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da foglio apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.1.4 RESINE FLUORURATE

A questa classe di resine appartengono diversi composti i più utilizzati sono i copolimeri fluorurati (ad es., copolimero vinilidene fluoro-esafluoropropene) con buone proprietà elastiche e grande stabilità chimica. Sono prodotti a doppia funzionalità consolidanti e protettivi idro ed oleorepellenti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolimerizzati, pertanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Questi composti presenteranno sia discrete doti di aggreganti superficiali, utili per il preconsolidamento di materiali decoesi come marmi, pietre, laterizi e d intonaci (anche se non potranno essere considerati veri e propri consolidanti nonostante presentino il vantaggio di creare una struttura "non rigida" attorno ai granuli degradati della pietra eludendo, in questo modo, così le tensioni dovute a sbalzi termici e ai differenti coefficienti di dilatazione termica dei materiali), sia, soprattutto, protettive idrofobizzanti; risulteranno permeabili al vapore d'acqua, reversibili in acetone anidro e stabili ai raggi U.V.. Generalmente, saranno disciolte in solventi organici (ad es. acetone, acetato di butile ecc.) dal 2-3% fino al 7-10% in peso (la viscosità elevata consiglia tuttavia di utilizzare soluzioni a basse concentrazioni ad es., al 3% in 60% di acetone e 37% di Acetato di Butile) e potranno essere applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.1.5 RESINE ACRIL-SILICONICHE

Classe di prodotti a base di resine acriliche e siliconiche che, combinando le caratteristiche di entrambe le sostanze, risultano in grado di assolvere sia la funzioni consolidante riaggregante (propria della resina acrilica), sia quella protettiva idrorepellente (propria di quelle siliconiche); inoltre, grazie alla bassa viscosità del composto, l'impregnazione, rispetto alle resine acriliche, avverrà più in profondità (fino a 4-5 cm). Disciolte in particolari solventi organici risulteranno particolarmente indicate per interventi di consolidamento su pietra calcarea, arenaria, per superfici intonacate di varia natura, su mattoni in laterizio, su marmi e manufatti in gesso, elementi in cemento, opere in cemento armato e legno dolce e duro purché ben stagionato ed asciutto. Questo specifico tipo di resina trova particolare utilizzo in presenza di un processo di degrado provocato dall'azione combinata da aggressivi chimici ed agenti atmosferici: la resina penetrando nel manufatto, lo consoliderà senza togliergli la sua naturale permeabilità al vapore acqueo e, formando un sottilissimo velo superficiale, lo proteggerà rendendolo idrorepellente e resistente all'azione degli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti.

Le resine acril-siliconiche dovranno essere utilizzate con idonei solventi organici (di natura preponderalmente polari al fine di favorirne la diffusione) prescritti dal produttore o indicati dalla D.L. così da garantire una bassa viscosità della soluzione (25±5 mPas a 25°C), il residuo secco garantito dovrà essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione.

Questa tipologia di resine non solo dovrà essere applicata su superfici perfettamente asciutte ma non potrà avere neanche in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente) contatti con acqua poiché questo fattore potrebbe comportare la formazione di prodotti secondari dannosi pertanto, dovrà essere cura dell'appaltatore proteggere tempestivamente dalla pioggia la superficie trattata prima, durante e dopo l'operazione di consolidamento. Al fine di evitare che il consolidante emetta il solvente troppo rapidamente e di conseguenza dia vita ad un film o una crosta sulla superficie del manufatto non sarà consentito operare con alte temperature (condizioni ottimali 15-25°C) o con diretto irraggiamento solare.

La suddetta resina dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata penetrazione;
- elevata traspirabilità;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- nessuna variazione ai raggi U.V.;
- impermeabile all'acqua;

- permeabile al vapore;
- essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici (così da eliminare i fenomeni di decoesione);
- non ingiallirsi nel tempo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.1.6 RESINE POLIURETANICHE

Prodotti termoplastici o termoindurenti; in relazione ai monomeri utilizzati in partenza, presenteranno buone proprietà meccaniche, buona adesività ma bassa penetrabilità. Il prodotto dovrà possedere un'accentuata idrofilia in modo da garantire la penetrazione per capillarità, anche su strutture murarie umide inoltre, dovrà essere esente da ingiallimento (non dovranno pertanto contenere gruppi aromatici), presentare un basso peso molecolare, un'elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi U.V., un residuo secco intorno al 3%, un indurimento regolabile fino a 24 ore posteriore all'applicazione nonché una reversibilità entro le 36 ore dall'applicazione.

Sovente si potranno utilizzare in emulsione acquosa che indurrà rapidamente dopo l'evaporazione dell'acqua. Messe in opera per mezzo di iniezioni, una volta polimerizzate, le resine poliuretaniche dovranno trasformarsi in schiume rigide, utili alla stabilizzazione di terreni all'isolamento delle strutture dagli stessi, a sigillare giunti di opere in cls, e a risarcire fessurazioni nelle pavimentazioni e nelle strutture in elevazione sia di cemento armato sia in muratura. Queste resine, oltre che come consolidanti, potranno essere adoperate come protettivi e impermeabilizzanti: utilizzando l'acqua come reagente, si rileveranno confacenti per occlusioni verticali extramurari contro infiltrazioni. Questa classe di resine potrà essere considerata una buona alternativa alle resine epossidiche rispetto alle quali presentano una maggiore flessibilità ed una capacità di indurimento anche a 0°C.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.2 COMPOSTI A BASE DI SILICIO

80.2.1 SILICATI DI ETILE

Più precisamente estere etilico dell'acido silicico sostanza monocomponente fluida, incolore, a bassa viscosità, dovrà essere applicato in diluizione in solventi organici in parte polari (alcoli) in parte non polari (ad es. acqua minerale pura), in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campioni. Questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti, e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, i tufi, le trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei. Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante del gesso o di pietre gessose. Tra l'estere etilico dell'acido silicico e l'acqua che aderisce alle pareti dei capillari avviene una reazione che darà luogo alla formazione di gel di silice ossia un nuovo legante; come sottoprodotto si formerà alcol etilico che si volatilizzerà. La reazione chimica di consolidamento si completa entro circa 15-21 giorni dall'applicazione in condizioni normali (20°C e 50-60% di umidità relativa).

Il consolidamento con silicato di etile dovrà rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- prodotto monocomponente non tossico e di facile applicazione;
- ottima penetrazione nel supporto lapideo da trattare, dovuta al suo basso peso molecolare e alla scelta della miscela solventi;
- essiccamento completo senza formazione di sostenne secondarie appiccicose e di conseguenza nessuna adesione di depositi;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi al materiale trattato;
- formazione di un legante minerale, stabile ai raggi U.V., e affine al materiale lapideo;
- impregnazione senza effetto filmogeno di conseguenza il materiale lapideo trattato dovrà rimanere permeabile al vapore;
- assenza di variazioni cromatiche dei materiali lapidei trattati;
- il legante formatosi (SiO₂) si presenterà resistente agli acidi e pertanto resisterà alle piogge ed alle condense acide.

L'impregnazione con silicato di etile dovrà essere evitata (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui: il materiale da trattare non risultasse assorbente, in presenza sia di elevate temperature

(> 25°C) che di basse temperature (< 10°C), con U.R. non > 70% e, se si tratta di manufatto esposto a pioggia, nelle quattro settimane successive al trattamento per questo, in caso di intervento su superficie esterne, si renderà necessario la messa in opera di appropriate barriere protettive.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.2.2 COMPOSTI INORGANICI

Presentano, generalmente, una grande affinità con i materiali da trattare; risulteranno duraturi, ma irreversibili e poco elastici. La loro azione avverrà tramite l'infiltrazione, in forma liquida, nel materiale oggetto del trattamento dove, per evaporazione del veicolo, la componente minerale del composto, precipitando, darà vita ad una rete che si legherà alle particelle minerali circostanti. Le caratteristiche fisico-chimiche del legame saranno, quindi, simili (anche se non sempre uguali) a quelle del legante perduto o degradato.

A seguito all'uso dei consolidanti inorganici potranno insorgere i seguenti inconvenienti: scarsa penetrazione all'interno del materiale lapideo da trattare (potrà provocare il distacco della crosta superficiale alterata e consolidata), scarsa resistenza agli stress meccanici (imputabile alla loro rigidità e fragilità), scarsa efficienza se la pietra risulterà totalmente decoesa da presentare fratture con distanze fra i bordi superiori a 100 micron.

80.2.3 IDROSSIDO DI CALCE (CALCE SPENTA)

La calce applicata alle malte aeree (ovvero sugli intonaci) e alle pietre calcaree in forma di latte di calce penetra nei pori riducendone il volume; aderendo alle superfici dei minerali componenti, dovrebbe presentare la capacità di risaldarli tra loro. Il Carbonato di Calcio di neoformazione^{10#}, non eserciterà, tuttavia, la stessa azione cementante avvenuto durante il lento processo di carbonatazione della calce pertanto, la similitudine tra processo naturale e la procedura di consolidamento si limiterà ad essere un'affinità chimica.

Questo tipo di trattamento potrà presentare l'inconveniente di lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto (ovvero se previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce ad es., scialbatura), dovranno essere rimossi. In linea di massima, il consolidamento a base d'Idrossido di Calcio potrà essere applicato su intonaci debolmente degradati, situati in luoghi chiusi o sottoposti a limitate sollecitazioni termiche e, in ogni modo, al riparo da acque ruscellanti e cicli di gelo/disgelo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

80.2.4 IDROSSIDO DI BARIO (BARITE)

L'idrossido di Bario potrà essere utilizzato su pietre calcaree chiare e per gli interventi indirizzati a porzioni di intonaco dipinte a buon fresco di dimensioni ridotte quando vi sia l'esigenza di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. I vantaggi di questo prodotto sono sostanzialmente relativi al legante minerale, che verrà introdotto nel materiale e nella desolfatazione che converte il CaSO₄ (altamente solubile) in BaSO₄ (insolubile)¹¹.

La porosità del materiale potrà essere ridotta solo parzialmente con il vantaggio nei riguardi dei meccanismi di alterazione legati all'assorbimento di acqua, ma non darà vita ad uno strato esterno impermeabile al vapore acqueo. Una controindicazione all'impiego di questo trattamento sarà rappresentata dal pericolo di sbiancamenti delle pietre o dei materiali scuri e nella formazione di patine biancastre superficiali, dovute alla precipitazione del Carbonato di Bario^{12#} causata dall'eventuale apporto diretto d'anidride carbonica. Questo "inconveniente" potrà essere facilmente evitato eliminando l'eccesso di Idrossido di Bario dalla superficie esterna dell'oggetto prima che precipiti il Carbonato di Bario. Sarà sconsigliato l'uso su materiali ricchi, oltre che di gesso, di altri sali solubili in modo da evitare possibili combinazioni che potrebbero produrre azioni degradanti.

Il trattamento con Idrossido di Bario viene spesso effettuato attraverso l'applicazione di soluzioni al 5-6% di sale in acqua demineralizzata supportate in forma di impacco in polpa di cellulosa per tempi variabili da caso a caso (dalle dodici alle quarantotto ore a seconda della permeabilità del substrato). L'elevata alcalinità ne impedisce l'applicazione in corrispondenza di pigmenti a base di rame, di lacche, e di leganti organici, materiali altamente sensibili a variazioni di pH.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art.81. MATERIALI VARI PER CONSOLIDAMENTI

81.1 ALCOOL POLIVINILICO

Sostanza ad alto peso molecolare, solubile in acqua, alla quale si impartisce forte viscosità e proprietà emulsionanti. Si rileva poco solubile in solventi organici viene sovente utilizzato in miscele di acqua e alcool etilico denaturato (in soluzioni dal 3 al 10%) nelle operazioni di preconsolidamento per fissaggi di scaglie e/o frammenti oppure per fissaggi mediante velature con garza di cotone o carta giapponese.

81.1.1 ACETATO DI POLIVINILE

Resina sintetica termoplastica, preparata per polimerizzazione dell'acetato di vinile, a sua volta ottenuto da acetilene e acido acetico. Utilizzata in soluzione dal 3 al 10% in alcool etilico o isopropilico oppure in miscele a base di acido etilico denaturato e acqua come fissativo di pellicole pittoriche o per eseguire "ponti di cucitura" di frammenti scaglie decoese. Punto di rammollimento 155-180°C, viscosità a 20°C della soluzione 20% in estere etilico dell'acido acetico 180-240 mPas.

81.1.2 MALTA PREMISCELATA PER INIEZIONE DI CONSOLIDAMENTO E RIADESIONE DI INTONACI

Questo prodotto dovrà presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza aver bisogno della preliminare bagnatura dei supporti. L'impasto dovrà essere composto da leganti idraulici naturali, chimicamente stabili e a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei, pozzolana superventilata e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm).

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20°C 24 h, fine presa a +20°C 48 h, resistenza a compressione a 28 gg 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 6 m.

81.1.3 MALTA PREMISCELATA PER INIEZIONE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DI MURATURE

Questo prodotto per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà, essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding trascurabile, aderenza 1,4 N/mm², inizio presa a +20°C 18 h, fine presa a +20°C 72 h, resistenza a compressione a 28 gg 13 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 3,5 N/mm², modulo elastico 11000 N/mm², temperatura massima durante l'indurimento < 30°C, ritiro 0,7-1,2 mm, ritenzione acqua > 70%, permeabilità al vapore 9 m.

81.1.4 MALTE PER BETONCINO DI COLLABORAZIONE STATICA

Questa malta premiscelata dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta. A tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es., pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta d'additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) e espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico). Le malte, a ritiro compensato, da utilizzare per i betoncini dovranno in ogni caso presentare le seguenti caratteristiche:

granulometria inerti 0,1-2,0 mm, inizio presa 5 h, fine presa 15 h, resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²; modulo elastico a 28 giorni <15000 N/mm²; espansione contrastata a 7 giorni > 300 mm/m; coefficiente di permeabilità al vapore < 150 m.

L'utilizzo di premiscelati a base di calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

Art.82. MATERIALI PER RIVESTIMENTI E/O TRATTAMENTO LACUNE INTERNI ED ESTERNI

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) ed orizzontali (controsoffitti) del fabbricato.

I prodotti potranno essere distinti a seconda del loro stato fisico in:

- o fluidi o pastosi (intonaci, malte da stuccatura, tinte, pitture ecc.).
- o rigidi (rivestimenti in pietra, ceramica, alluminio, gesso ecc.);
- o flessibili (carte da parati, tessuti da parati ecc.);

A seconda della loro collocazione:

- o per esterno;
- o per interno.

A seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- o di fondo;
- o intermedi;

- o di finitura.

I prodotti di seguito elencati, saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

82.1 PRODOTTI FLUIDI O IN PASTA

Impasti: intonaci, malte da stuccatura o da ripristino ovvero composti realizzati con malta costituita da un legante (grassello di calce, calce idrata, calce idraulica naturale, cemento, gesso) o da più leganti (malta bastarda composta da grassello di calce e calce idraulica naturale rapporto 2-3:1; calce idraulica naturale e cemento rapporto 2-1:1; grassello di calce e gesso; calce idraulica naturale e gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, cocci pesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, secondo le prescrizioni di progetto, da 1:3 a 1:1; la malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Tabella 20.1 Composizione indicativa in volume di malte a base di calce

Leganti		Inerti						
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Sabbione	Sabbia grana fine	Pietra calcarea macinata gr. media	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pozzolana
	1		2					
2	1	5						
1					2			
0,5	0,5			2		1		
1								3
	3		1					2
3	1	4				4		
1			1				2	
0,5	0,5		1	1		1		
	1		2					1
2	1		1				4	
2	0,50		1		2			
1							1,5	
1	0,5	0,5		2	1	1		
0,5	0,5		2	1				
1	1		2	2				1
0,5	0,5				0,25			1

Sabbione asciutto (granulometria: 2 parti 1,5-5 mm+1 parte 0,5-1,2)
 Sabbia vagliata fine (granulometria 0,5 a 0,8 mm)

Tabella 20.2 Composizione indicativa in volume di malte bastarde (calce + cemento)

Legante			Inerte					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto Macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcarea macinata gr. media
	1	2	5					
	2	1	6					
1		0,10	2,5					
1		0,25		0,25			2	
0,25	1	0,25		2	1			
0,50		0,50			1	1		
1	0,50	0,50			4			
2		0,50			3			
2		0,50				4		

Legante			Inerte					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto Macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcarea macinata gr. media
Legante			Inerte					
0,50		0,50			1	1		1
0,50		0,50		1	1			1
	0,50	0,50			0,25	1		
	0,50	0,50		2				1
0,50	0,50	1	1			1		0,75

Gli impasti sopra descritti dovranno possedere le caratteristiche indicate nel progetto e quantomeno le caratteristiche seguenti:

- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con eventuali parti limitrofe (specialmente nel caso di rappezzo di intonaco). La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);
- avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;
- aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durante la presa;
- essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;
- contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);
- opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;
- presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Per ulteriori indicazioni inerenti la caratterizzazione e la composizione di una malta da utilizzare in operazioni di restauro si rimanda a quanto enunciato nelle norme UNI 10924, 11088-89.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza alle norme UNI vigenti sarà sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti varranno i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla D.L.

Prodotti vernicianti: i prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formeranno una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distingueranno in:

- tinte, se non formeranno pellicola e si depositeranno sulla superficie;
- impregnanti, se non formeranno pellicola e penetreranno nelle porosità del supporto;
- pitture, se formeranno pellicola ed avranno un colore proprio;
- vernici, se formeranno pellicola e non avranno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), avranno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato. Questo ultimo tipo di rivestimento dovrà essere utilizzato solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi di tutela del manufatto oggetto di trattamento.

I prodotti vernicianti dovranno possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica con il supporto;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D.L. I dati si intenderanno presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova saranno quelli definiti nelle norme UNI vigenti.

82.2 PRODOTTI RIGIDI

- a) Per le piastrelle di ceramica varrà quanto riportato nell'articolo "Piastrelle di ceramica per pavimentazioni" del presente capo, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
- b) Per le lastre di pietra varrà quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto varranno i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo 9 "Pietre naturali e ricostruite" integrati dalle prescrizioni date nell'articolo "Prodotti pietra naturale per pavimentazioni" (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Dovranno, comunque, essere previsti gli opportuni incavi, fori ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.
- c) Per gli elementi di metallo o materia plastica varrà quanto riportato nel progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza varranno quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla D.L. Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi ecc. Per gli elementi verniciati, smaltati ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento. La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

Titolo IV. PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

CAPO XII. PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO

Art.83. SCAVI

83.1 OPERAZIONI DI SCAVI E RINTERRI

83.1.1 GENERALITÀ

I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori saranno: DPR n.547/55 e DPR n.164/56. Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988 (riguardante le norme tecniche sui terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione) e la relativa Circolare Ministeriale LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483 nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L..

Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti, franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti. L'utilizzo del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di personale all'interno dell'area di scavo sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm munito di tavola fermapiede minima di 20 cm luce tra tavola superiore e fermapiede massimo 60 cm; nel caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola fermapiede potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa; negli scavi di sbancamento sarà necessario, quando questo dovesse superare i 200 cm mentre, nelle trincee, sarà appropriato predisporre la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere, in seguito riutilizzate a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie. Sarà, oltremodo, vietato costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano necessari, per le particolari condizioni di lavoro sarà obbligatorio provvedere alle necessarie puntellature che dovranno presentare un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.

83.2 SCAVI DI SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO

Per scavi a sezione aperta o sbancamento andanti s'intenderanno quelli necessari per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e, più in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove si renderà possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

Questa categoria di scavi andrà eseguita con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgenza di danni nelle strutture murarie adiacenti.

In questa categoria di scavi, se eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco dovranno avere un'inclinazione ed un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, (si veda tabella in calce all'articolo) da contrastare possibili franamenti. Allorché la parete del fronte d'attacco dovesse superare il 150 cm di altezza sarà interdetto lo scavo manuale per scalzamento alla base al fine di evitare il possibile crollo della parete. Nel caso in cui non sia possibile intervenire con mezzi meccanici si adotterà la procedura di scavo con il sistema a gradoni. In ogni caso i lavoratori dovranno essere debitamente distanziati tra loro, sia in senso orizzontale, sia verticale, così da non potersi ferire con, l'attrezzatura utilizzata e con il materiale di scavo.

Nel caso d'utilizzo di mezzi meccanici dovrà essere interdetta la presenza del personale nella zona interessata dal raggio d'azione, nonché sul ciglio ed alla base della parete d'attacco, in quanto aree a rischio di franamenti.

I profili delle pareti di scavo andranno debitamente controllati al fine di rimuovere gli eventuali massi affioranti ed i blocchi di terreno instabili eliminando, in questo modo, possibile rischio di caduta di materiale dall'alto.

DENOMINAZIONE TERRE	ANGOLO LIMITE DI STABILITÀ		
	ASCIUTTO	UMIDO	BAGNATO
Rocce dure	80÷85°	80÷85°	80÷85°
Rocce tenere o fessurate, tufo	50÷55°	45÷50°	40÷45°
Pietrame	45÷50°	40÷45°	35÷40°
Ghiaia	35÷45°	30÷40°	25÷35°
Sabbia grossa (non argillosa)	30÷35°	30÷35°	25÷30°
Sabbia fine (non argillosa)	25÷30°	30÷40°	20÷30°
Sabbia fine (argillosa)	30÷40°	30÷40°	10÷25°
Terra vegetale	35÷45°	30÷40°	20÷30°
Argilla, marne (terra argillosa)	40÷50°	30÷40°	10÷30°
Terre forti	45÷55°	35÷45°	25÷35°

83.3 SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi di fondazione, in generale, s'intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti; in ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla D.L. all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si troveranno indicate negli elaborati di progetto saranno, pertanto, di semplice stima preliminare e potranno essere liberamente variate nella misura che la D.L. reputerà più conveniente.

I piani di fondazione dovranno, generalmente, essere perfettamente orizzontali ma per quelle opere che cadranno sopra falde inclinate potranno, a richiesta della D.L., essere disposti a gradoni ed anche con determinate contropendenze. Nel caso, non così infrequente, che non sia possibile applicare la giusta inclinazione delle pareti in rapporto alla consistenza del terreno (si veda tabella all'articolo precedente), si dovrà ricorrere tempestivamente all'armatura di sostegno delle pareti o, preventivamente, al consolidamento del terreno (ad es. congelamento del medesimo, tecnica del jet-grouting ecc.), in modo da assicurare adeguatamente contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione, tanto degli scavi che delle murature. Affinché le armature corrispondano per robustezza alle effettive necessità sarà consigliabile predeterminare la spinta del terreno, tenendo conto delle eventuali ulteriori sollecitazioni dovute, sia al traffico veicolare, sia alla vicinanza di carichi di vario genere (gru, manufatti di vario genere ecc.), nonché delle eventuali infiltrazioni d'acqua (piogge, fiumi ecc.). Nel mettere in opera le armature provvisorie sarà opportuno tenere in considerazione che la massima pressione d'una parete di scavo, si trasmetterà sulla sbatacchiatura soprattutto nella zona mediana, dove questa dovrà, necessariamente, essere più robusta; inoltre, affinché sia efficace, le tavole andranno forzate contro il terreno avendo ben cura di riempire i vuoti.

Nel caso specifico di scavi di trincee (scavi a sezione obbligata e ristretta) nelle vicinanze di manufatti esistenti (ad es., per opere di drenaggio perimetrali) od in presenza ovvero vicinanza di terreni precedentemente scavati e, pertanto, meno compatti od, infine, in presenza di vibrazioni causate dal traffico di autoveicoli, ovverosia in tutti quei casi dove la consistenza del terreno non fornirà sufficiente garanzia di stabilità e compattezza, anche in funzione della pendenza delle pareti, sarà sempre obbligatorio (a partire da 150 cm di profondità o 120 cm nel caso il lavoratore dovesse operare in posizione chinata) predisporre, man mano che procederà lo scavo, adeguate opere di sbatacchiamento, così da eludere rischi di franamento e pericoli di seppellimento degli addetti alla procedura. Al fine di consentire un lavoro agevole e sicuro lo scavo di trincea dovrà avere un larghezza minima in ragione alla profondità; orientativamente si potranno seguire, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, i seguenti rapporti profondità-larghezza minima.

PROFONDITÀ	LARGHEZZA MINIMA NETTA
Fino a 150 cm	65 cm
Fino a 200 cm	75 cm
Fino a 300 cm	80 cm
Fino a 400 cm	90 cm
Oltre i 400 cm	100 cm

Per scavi eseguiti sotto il livello di falda dello scavo si dovrà provvedere all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità superiori ai 20 cm dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e valutati come tali.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo dovrà essere diligentemente riempito e costipato, (fermo restando l'autorizzazione della D.L.) con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante i rinterri).

83.4 SCAVI DI ACCERTAMENTO E RICOGNIZIONE

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della D.L., seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo verranno sempre rimossi a mano con la massima attenzione previa esecuzione di modesti sondaggi al fine di determinare la quota dei piani originali sottostanti (e delle loro eventuali pavimentazioni) in modo da evitare danni e rotture ai materiali che li compongono. Se non diversamente specificato dalla D.L. le rimozioni dei materiali saranno eseguite a mano, senza l'ausilio di mezzi meccanici. In ogni caso l'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza di eventuali reperti in situ e, quindi, all'indagine preventiva. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempi differiti (ad es. per riempimenti) saranno depositate nell'ambito del cantiere, in luogo che non provochi intralci o danni.

83.5 SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTI

Se l'Appaltatore, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui agli articoli precedenti non potesse, in caso di acque sorgive o filtrazioni, far defluire l'acqua naturalmente dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, sarà facoltà della D.L. ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

83.6 ARMATURE DEGLI SCAVI – OPERE DI SBATACCHIAMENTO

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, alla profondità da raggiungere, ai carichi gravanti ed alla metodologia di scavo. In ogni caso tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee eseguiti a mano si potranno distinguere quattro sistemi:

- a) con tavole verticali;
- b) con tavole orizzontali;
- c) con marciavanti;
- d) con pannelli prefabbricati.

L'armatura con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm) o metalliche poste verticalmente sarà, di norma, limitata a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiori ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbatacchiatura e la parte di cavo con idoneo materiale.

L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Quella a marciavanti sarà resa possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita od altrimenti dotata di punta ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale.

In alternativa a questi sistemi si potranno utilizzare idonei pannelli prefabbricati o, altrimenti, casseri metallici prefabbricati regolabili per mezzo di pistoni idraulici o ad aria compressa. Entrambi questi sistemi, verranno calati all'interno dello scavo attraverso un apparecchio di sollevamento. Per scavi d'elevata profondità le armature saranno predisposte per essere montate sovrapposte.

Quale che sia il sistema messo in opera l'armatura dovrà, obbligatoriamente, essere rimossa progressivamente e per modeste altezze in funzione all'avanzare delle opere definitive.

83.7 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti delle concavità e le murature, o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla D.L., saranno impiegati, in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della D.L., per la formazione dei rilevati.

Quando verranno a mancare in tutto o in parte i materiali sopra descritti, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque si crederà opportuno, purché siano riconosciuti idonei da controlli eseguiti dalla D.L.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose vagliate con setacci medio-piccoli (prive di residui vegetali e sostanze organiche); resterà vietato in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento d'acqua si rammolliranno o si gonfieranno generando spinte. I materiali (nello spessore di circa 30 cm) dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio. Nella formazione di suddetti riempimenti dovrà essere usata ogni attenzione affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente; lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla D.L. (in ogni caso non superiore ai 30 cm). Nel caso di compattazioni eseguite su aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari o manufatti in genere, si dovranno utilizzare, entro una distanza pari a 2 m da questi elementi, idonee piastre vibranti o rulli azionati a mano (in questo caso si dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso al fine di garantire una perfetta uniformità) con le accortezze necessarie a non degradare i manufatti già in opera. Si potrà, dietro richiesta specifica della D.L., mescolare al materiale da compattare del cemento (in ragione di 25-50 Kg per m³ di materiale) al fine di ottenere degli adeguati livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza del manufatto (in area idonea prescelta dalla D.L.) per essere riprese, poi, e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Sarà, inoltre, vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

I rilevati si dovranno presentare, obbligatoriamente, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni dovrà essere preventivamente scorticata (ovverosia taglio d'eventuali piante, estirpazione delle radici, degli arbusti e completa asportazione del terreno vegetale circostante), ove occorra e, se inclinata, dovrà essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art.84. ASPORTAZIONI

84.1 OPERAZIONI DI ASPORTAZIONI, DEMOLIZIONI E SMONTAGGI

84.1.1 GENERALITÀ

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 07 gennaio 1956, n.164 (in modo particolare art. 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai, ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia da non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di eludere l'eventuale formazione d'eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà divieto demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso d'idonei ponti di servizio indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m d'altezza sarà obbligo, per gli operatori, indossare idonee cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Sarà assolutamente interdetto: gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere, necessariamente, trasportati o meglio guidati a terra, attraverso idonei sistemi di canalizzazione (ad es. tubi modulari telescopici) la cui estremità inferiore non dovrà risultare ad altezza maggiore di 2 m dal livello del piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale, dovrà, inoltre, essere protetta al fine di evitare cadute accidentali di persone o cose. Ogni elemento del canale dovrà imboccare quello successivo e, gli eventuali raccordi, dovranno essere opportunamente rinforzati. Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti (ad es. la carpenteria lignea), dovrà essere calato a terra con idonei mezzi (gru, montacarichi ecc.). Al fine di ridurre il sollevamento della polvere prodotta durante i lavori sarà consigliabile bagnare, sia le murature, sia i materiali di risulta.

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni. Si dovrà, inoltre, provvedere alle eventuali, necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisorie) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non saranno previste opere di rimozione. Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza ai luoghi di transito o stazionamento, le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione per le operazioni di carico e trasporto dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto. Preliminarmente all'asportazione ovvero smontaggio di elementi da ricollocare in situ sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti.

Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, anche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero asportate altre parti od

oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite seguendo scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, "scalcinati", puliti (utilizzando tecniche indicate dalla D.L.), ordinati e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di PVC, e ben ventilato sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente al contatto con il terreno interponendovi apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno sempre essere trasportati (dall'appaltatore) fuori dal cantiere, in depositi indicati ovvero alle pubbliche discariche nel rispetto delle norme in materia di smaltimento delle macerie, di tutela dell'ambiente e di eventuale recupero e riciclaggio dei materiali stessi.

Per demolizioni di notevole estensione sarà obbligo predisporre un adeguato programma nel quale verrà riportato l'ordine delle varie operazioni.

84.1.2 DEMOLIZIONE DI STRUTTURE MURARIE

La demolizione delle murature di qualsiasi genere esse siano, dovrà essere preceduta da opportuni saggi per verificare la tipologia ed il reale stato di conservazione. Gli operatori addetti alla procedura dovranno lavorare su ponti di servizio indipendenti dal manufatto in demolizione: non si potrà intervenire sopra l'elemento da demolire se non per altezze di possibile caduta inferiore ai 2 m. Nel caso di demolizioni di murature soprastanti al perimetro di solai o strutture a sbalzo sarà, indispensabile attuare ogni cautela al fine di non innescare, di conseguenza alla diminuzione del grado d'incastro, eventuali cedimenti od improvvise cadute delle strutture (anche sotto carichi limitati o per solo peso proprio). Particolare attenzione dovrà essere fatta in presenza di tiranti annegati nella muratura oggetto di intervento; una loro involontaria rottura, o quantomeno lesione, potrebbe innescare fenomeni di dissesto non previsti in fase di progetto pertanto, in presenza di tali dispositivi, sarà opportuno operare con la massima cautela liberando perimetralmente la catena e proteggendola da eventuali cadute di materiali che potrebbero compromettere il suo tiraggio.

84.1.3 SMONTAGGIO DI STRUTTURE ORIZZONTALI

La demolizione delle strutture orizzontali dovrà essere eseguita mediante la realizzazione di ponti di lavoro e d'opere di protezione (teli, pannelli rigidi ecc.) per evitare, sia la caduta di materiale, sia quella degli addetti ai lavori; procedendo con ordine si provvederà a rimuovere tutte le eventuali travature, cornici, profilati ecc.

La preparazione delle puntellature, necessarie per sostenere le parti che dovranno restare in opera, dovrà essere eseguita con particolare cura, così come tutti gli accorgimenti finalizzati al non deterioramento dei materiali riutilizzabili come, ad esempio, la chiusura accurata dei fori delle vecchie imposte, non idonee per la nuova struttura; inoltre, si dovrà porre attenzione ad effettuare lo scarico immediato dei materiali di risulta evitando qualsiasi accumulo o caduta di materiali sugli orizzontamenti sottostanti. In presenza di tiranti annegati nelle solette delle strutture orizzontali si seguiranno le disposizioni prescritte all'articolo sulla demolizione di strutture murarie.

84.1.4 ASPORTAZIONE DI INTONACI

La procedura di rimozione dovrà, necessariamente, sempre essere preceduta da un'operazione di "saggiatura" preventiva eseguita mediante percussione sistematica con le nocche della mano sulla muratura al fine di individuare con precisione le zone compatte e per delimitare (ad es. con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche").

L'asportazione parziale o totale degli intonaci dovrà essere eseguita asportando accuratamente dalla superficie degradata, per strati successivi, tutto lo spessore dell'intonaco fino ad arrivare al vivo della muratura senza però intaccare il supporto murario che, alla fine dell'intervento, si dovrà presentare integro senza visibili scanalature e/o rotture degli elementi componenti l'apparecchio murario. L'azione dovrà essere sempre controllata e limitata alla rimozione dell'intonaco senza intaccare la muratura di supporto ed eventuali aree vicine d'intonaco da conservare. La demolizione dovrà procedere dall'alto verso il basso rimuovendo porzioni limitate e di peso modesto ed eliminando manualmente lembi d'intonaco rigonfiati di notevole spessore. La procedura sarà, preferibilmente, eseguita con mezzi manuali (mediante mazzetta, punta e scalpello oppure martelline); allorché la durezza dello strato di intonaco o l'estensione delle superfici da rimuovere lo esigessero potranno essere utilizzati anche mezzi meccanici di modeste dimensioni (vibroincisori o piccoli martelli pneumatici) fermo restando di fare particolare attenzione, in fase esecutiva, a non intaccare il supporto murario od altre superfici non interessate alla procedura.

Durante l'operazione d'asportazione si dovrà avere cura di evitare danneggiamenti a serramenti, pensiline, parapetti e a tutti i componenti edilizi (stucchi, modanature, profili da conservare ecc.) nelle vicinanze o sottostanti la zona d'intervento. Nel caso in cui si dovesse intervenire su di un particolare decorativo da ripristinare, (ad es. finte bozze di bugnato o cornici marcapiano ecc.) sarà obbligo, prima della rimozione, eseguire un attento rilievo ed un eventuale successivo calco (in gesso o in resina) al fine di poterlo riprodurre in maniera corretta.

Il materiale di scarto, (soprattutto in presenza di intonaci a calce), se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere recuperato, mediante la disposizione di idoneo tavolato rivestito da teli di nylon, e custodito in cumoli accuratamente coperti (per proteggerli dagli agenti atmosferici) al fine di riutilizzarlo per la messa in opera di eventuali rappezzi.

L'operazione di spicconatura terminerà con pulizia di fondo a mezzo di scopinetti e/o spazzole di saggina, con lo scopo di allontanare dalla muratura tracce di sporco e residui pulverulenti.

84.1.5 RIMOZIONE E SMONTAGGIO DI PAVIMENTI

La rimozione dei pavimenti dovrà essere eseguita, preferibilmente, con mezzi manuali (mazzetta e scalpello) o, in presenza di battuti (di cemento o di graniglia) o pastelloni alla veneziana particolarmente tenaci, con l'ausilio di martelli da taglio o, in alternativa e solo sotto esplicita richiesta della D.L. modesti mezzi meccanici. In ogni caso l'operazione dovrà essere limitata al solo pavimento ed alla malta di allettamento. Il restante sottofondo dovrà essere pulito e spianato accuratamente eliminando qualsiasi irregolarità. Bisognerà, inoltre, prestare molta attenzione agli impianti posti sotto il pavimento dei quali si dovrà, necessariamente, curarne il ripristino nel caso di rottura causata durante le demolizioni.

Nell'eventualità in cui gli elaborati di progetto prevedano uno smontaggio preordinato al recupero del materiale assumerà notevole importanza la cura dello smontaggio: in questo caso sarà, per ovvie ragioni, bandito l'uso di mezzi meccanici (ad es. martelli pneumatici) e la procedura avrà inizio laddove si presenterà una soluzione di continuità (ad es. rottura dell'elemento o mancanza di fuga) procedendo di conseguenza. A seconda del tipo e della consistenza della giunzione tra gli elementi si sceglieranno gli strumenti e le tecniche più idonee, fermo restando la cura di non danneggiare gli elementi stessi e quelli limitrofi:

- unione mediante infissione a forza: (ad es. pavimentazioni in cubetti di porfido, in ciottoli di fiume ecc.) si potranno rimuovere gli elementi con l'uso di leve;
- unioni chiodate (ad es. tavolati, parquet ecc.) si potranno sfilare i chiodi mediante tenaglie o pinze, tranciare le teste ed i gambi dei chiodi o, in alternativa si potrà esercitare una trazione sull'elemento da rimuovere, in corrispondenza della giunzione, sfruttando il principio della leva ed utilizzando a tale scopo strumenti quali tenaglie, scalpelli ecc.;
- unioni mediante collanti o malte (ad es. mattonati, lastre lapidee ecc.) si procederà mediante punte e scalpelli utilizzandoli come leve ponendo attenzione di non spezzare l'elemento da asportare;
- unioni continue (ad es. battuti di graniglia, pastelloni veneziani ecc.) si potrà intervenire solo attraverso il taglio meccanico (con l'ausilio di seghe circolari e flessibili) di porzioni, previa la loro individuazione e numerazione in fase di rilievo. Il taglio (eventualmente guidato da appositi segnali guida o da carrelli) dovrà evitare di pregiudicare i contorni al fine, sia di rendere possibile il successivo accostamento dei pezzi in fase di rimontaggio, sia di non avere eccessive fughe e linee irregolari di giuntura.

L'operazione di smontaggio dovrà essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto del pavimento con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti, nel caso in cui la disposizione degli elementi dovesse seguire uno specifico disegno oppure laddove si abbia a che fare con pezzi speciali per forma e dimensioni inseriti in un disegno esente da schemi fissi e ripetitivi. Sarà consigliabile nonché vantaggioso tenere conto nella numerazione e marcatura dei singoli elementi l'ordine con cui gli stessi verranno disancorati e rimossi dal supporto, così da organizzare una corretta sequenza operativa necessaria al rimontaggio.

84.1.6 RIMOZIONE E SMONTAGGIO DI RIVESTIMENTI LAPIDEI

La procedura di smontaggio di pannelli lapidei dovrà necessariamente adottare, ogni volta, la metodologia, la tecnica e gli strumenti più consoni per separare i componenti di ancoraggio che potranno variare dalle unioni con chiodature, perni e zanche in ferro a mastici e malte adesive. Qualsiasi procedura sarà adottata l'operazione di smontaggio, dovrà, essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto delle lastre di rivestimento con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti tenendo conto dell'ordine secondo cui gli elementi saranno disancorati dal supporto, così da facilitare l'organizzazione di una corretta sequenza operativa indispensabile per, l'eventuale, rimontaggio. In questa fase sarà, inoltre, necessario sia valutare le dimensioni e il peso dei singoli manufatti da rimuovere (ovvero delle parti risultanti lo smontaggio), sia verificare se lo smontaggio potrà interessare il singolo elemento o più elementi contemporaneamente (ad es. nel caso in cui la singola lastra sia collegata o composta con altri pezzi). In linea generale si dovrà evitare, il più possibile, di ricorrere all'uso di tagli, se questi non potranno essere evitati si dovrà cercare di effettuarli (mediante l'ausilio di frullini elettrici manuali muniti di idoneo disco in ragione della consistenza del litotipo da tagliare) in punti appropriati come, ad esempio, sulla stuccatura del giunto tra lastra e torello o nella giuntura d'angolo di due pannelli, facendo attenzione di non danneggiare i bordi così da rendere possibile il loro successivo raccostamento.

Preventivamente alla rimozione, sarà necessario predisporre idonea attrezzatura di sollevamento e calo a terra in ragione del peso e della manovrabilità delle lastre (ad es. montacarichi). Allo stesso tempo, potrà risultare utile realizzare dei presidi di sostegno ed un'opportuna operazione di preconsolidamento degli elementi (si veda gli articoli specifici) affinché il loro smontaggio possa avvenire in piena sicurezza e tutela degli operatori e dei pannelli stessi.

La prima operazione di smontaggio vero e proprio sarà quella di rimuovere gli elementi (perni, zanche ecc.) o i materiali (malte, mastici ecc.) che garantiscono la connessione dei pannelli alla struttura muraria. Nel caso di elementi metallici questa operazione potrà avvenire: se sono di modeste dimensioni (ad es. chiodature), esercitando sugli elementi una controllata trazione sfruttando il principio della leva mentre, se si tratta di elementi di una certa consistenza (ad es. zanche in ferro), ricorrendo al taglio che consente una facile asportazione successiva; in ogni caso, questa operazione, dovrà essere realizzata facendo cura di non danneggiare il pannello lapideo. Prima di distaccare del tutto il pannello dal supporto, la lastra dovrà essere messa in sicurezza imbracandola con idonei nastri telati collegati all'organo di posa a terra.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, la procedura avrà inizio partendo da un elemento privo di decorazioni già sconnesso o degradato cosicché, in caso di perdita, non verrà a mancare una parte rilevante del rivestimento, altrimenti si potrà iniziare

da un pannello (anch'esso privo di decorazioni o appartenente ad eventuali disegni di rivestimento) posto in posizione defilata, sovente, infatti, la prima operazione di smontaggio potrà comportare la rottura o la perdita del pannello.

84.1.7 FORI PER LA PREDISPOSIZIONE DEI LED SEGNA PASSO DA INCASSO

I led segna passo dovranno occupare un vano realizzato praticando un foro al centro delle chianche di basolato. Tale foro dovrà essere praticato con la massima cura mediante apposito carotiere, senza scheggiare o fratturare l'elemento lapideo.

Qualora l'elemento di basolato non risultasse più integro, sarà onere dell'impresa sostituirlo con altro elemento analogo, senza alcun onere aggiuntivo per l'amministrazione Appaltante.

Art.85. PRECONSOLIDAMENTO

85.1 PREMESSA METODOLOGICA

Nel susseguirsi delle procedure operative il preconsolidamento deve essere considerato come l'operazione antecedente la pulitura. Si basa, in pratica, sul ristabilimento preventivo delle proprietà di compattezza di quelle porzioni di materiale disgregato o polverizzato, già visibili in fase di progetto o individuate dopo la prima asportazione di depositi superficiali, che potrebbero essere danneggiate durante i successivi cicli di pulitura. Un'operazione di preconsolidamento potrebbe essere necessaria in presenza di depositi calcarei o patine nerastre tenacemente aderenti ad un concio di pietra molto fragile (frantumato, scagliato, attaccato dalle solfatazioni); in questo caso, prima della pulitura, devono essere eseguiti interventi preliminari di tutela tramite, ad esempio, la messa in opera di "ponti" di collegamento al fine di rendere tali frammenti nuovamente solidali. L'intervento di preconsolidamento ha, normalmente, lo scopo di fornire stabilità provvisoria a supporti particolarmente decorsi sui quali sono necessari interventi successivi di pulitura (anche abbastanza aggressivi) incompatibili con l'attuale stato conservativo, estremamente precario della superficie. Il preconsolidamento deve operare, essenzialmente, come presidio dei frammenti di materiale e allo stesso tempo non deve intervenire sui depositi o patine da asportare. Non di rado per eseguire quest'operazione si utilizzano tecniche e metodi propri del consolidamento anche se nel primo caso la "terapia" è sovente concentrata su zone puntuali di superficie mentre nel consolidamento è lecito procedere anche su zone più ampie di materiale degradato.

85.2 OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI LAPIDEI

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

85.2.1 GENERALITÀ

Le operazioni di preconsolidamento richiederanno maestria di messa in opera e, talvolta, potranno essere ripetute con tempi piuttosto lunghi così da permettere ai collanti utilizzati di fare presa (prima di iniziare i cicli di pulitura) pena la perdita di frammenti e scaglie originali. Questa procedura avrà una funzione esclusivamente preventiva e conservativa; a questo proposito, saranno da preferire adesivi deboli e chimicamente reversibili, ovvero quei prodotti che potranno essere sciolti nuovamente ed asportati facilmente o paste molto magre (rapporto legante inerte molto basso).

Dovrà essere vietato effettuare qualsiasi procedura di preconsolidamento e/o utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato, su tale etichetta dovrà essere riportata la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero miscela di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

85.2.2 PONTI DI MALTA MAGRA E/O RESINA

Questo tipo di operazione, che sovente precederà la procedura di stuccatura o sigillatura dei conci di pietra, avrà il compito di "mettere in sicurezza" e rendere solidali tra loro tutte quelle scaglie, frammenti o fratture dei conci lapidei che altrimenti potrebbero distaccarsi o andare perduti durante le operazioni di pulitura. Al fine di sorreggere scaglie lapidee leggere, non più ampie di una mano, si potrà impiegare come collante una malta magra (l'impasto dovrà contenere poca calce, così da essere più facilmente rimosso dopo la pulitura) rapporto calce inerte 1:4 o 1:5 con granulometria molto fine (carbonato di calcio o polvere di pomice) in piccole porzioni. Queste deboli stuccature potranno essere stese con spatole a doppia foglia piatta o con cazzuolini e dovranno essere posizionate, se non diversamente specificato, come ponti di collegamento tra i frammenti in fase di distacco e la massa principale; potrà, inoltre, risultare vantaggioso scegliere una malta che presenti, dopo la presa, un colore in forte contrasto con l'apparecchio limitrofo così da essere ben identificabile come stuccatura provvisoria.

In alternativa si potrà utilizzare il medesimo impasto (sia a base di malta sia a base di resine sintetiche) pensato per le stuccature definitive (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici riguardanti le stuccature e i consolidamenti) ma, in questo caso, l'impasto dovrà essere steso in modo molto puntuale al fine di mettere in opera solo i "ponti di collegamento" che verranno in seguito completati da operazioni successive alla pulitura.

Art.86. PULITURE

86.1 PREMESSA METODOLOGICA

La pulitura di una superficie si deve prefiggere lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico non deve incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non deve essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Si ritengono, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causa sempre una seppur minima azione lesiva sul materiale, è opportuno che le operazioni siano ben calibrate e gradualmente, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore può verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento deve essere interrotto.

I metodi di pulitura sono diversi in relazione al tipo di materiale sul quale s'interviene e alla sostanza che s'intende asportare, per questo motivo, la scelta deve essere fatta basandosi su delle indagini preventive in modo da poter avere un quadro informativo puntuale sia sulla natura dei degradi ed il loro relativo livello d'insistenza, sia sulla consistenza fisico-materica del supporto; in molti casi, infatti, il processo chimico che innesca il degrado è strettamente correlabile alla natura del materiale. Rimuovere le sostanze estranee da un manufatto che presenta un degrado molto avanzato può comportare un aggravarsi dello stato di fatto per cui, prima dei lavori di pulitura, è opportuno intervenire con un preconsolidamento puntuale delle parti precarie così da evitare di danneggiare frammenti decoesi, esfoliati o indeboliti e, allo stesso tempo, di attaccare una superficie instabile con acqua e/o prodotti chimici che potrebbero peggiorare la situazione.

86.2 OPERAZIONI DI PULITURA MATERIALI LAPIDEI

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

86.2.1 GENERALITÀ ED ESECUZIONE DI PROVE DI PULITURA

Prima di eseguire le operazioni di pulitura è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale e, allo stesso tempo, prepararlo in modo da garantire l'efficacia, più o meno incisiva, dell'intervento. Le operazioni preliminari comprendono:

- analisi puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di avere un quadro esplicativo relativo alla loro natura, compattezza ed inerzia chimica;
- analisi dei prodotti di reazione, così da poter identificare la loro effettiva consistenza, la natura e la reattività chimica;
- preconsolidamento (preferibilmente reversibile), se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;
- esecuzione delle prove di pulitura su campioni di materiale;
- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione al fine di determinare il sistema di pulitura (tecnica e prodotti) più idoneo prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Lo scopo che ogni operazione di pulitura, indipendentemente dal sistema prescelto, deve prefiggersi è quello di asportare dalla superficie ogni tipo di deposito incoerente in particolare modo quelli che possono proseguire il deterioramento del materiale. La facilità o difficoltà dell'asportazione e, di conseguenza, il ricorso a metodologie più o meno aggressive, dipende strettamente dalla natura del deposito stesso:

- depositi incoerenti (particellato atmosferico terroso o carbonioso) che non risultano coesi con il materiale o derivati da reazione chimica, depositati per gravità, o perché veicolati dalle acque meteoriche, o di risalita (efflorescenze saline);
- depositi incoerenti (particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc.) che tendono a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico non intaccando, però, la natura chimica del materiale;
- strato superficiale derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne (volatili o solide) con il materiale di finitura; i prodotti di reazione che ne derivano sono, ad esempio, le croste (prodotti gessosi) e la ruggine (ossidi di ferro).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale che, a differenza delle croste, non intaccano la natura chimica del materiale, potrà essere eseguita ricorrendo a dei sistemi meccanici semplici facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi piccole spatole e lavaggi con acqua; invece nel caso in cui si debbono asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a dei cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbatura controllata ecc.

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua (spray di acqua a bassa pressione, idropulitura, acqua nebulizzata, acqua atomizzata ecc.) dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

Ogni procedura di pulitura, in special modo se caratterizzata dall'utilizzo di prodotti specifici anche se prescritti negli elaborati di progetto, dovrà essere preventivamente testata tramite l'esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero miscela di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzate, le modalità ed i tempi di applicazione.

86.2.2 SISTEMI DI PULITURA PER GLI ELEMENTI LAPIDEI

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno. La superficie, generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimico-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale. Attualmente, le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera ostacolano la formazione della patina attaccando direttamente i materiali lapidei favorendone la disgregazione e l'insorgenza di croste nere. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve, principalmente, essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

Le croste nere che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale; oltre a mascherare le policromie, annullando l'originale gioco di luce e di ombre caratteristici degli apparati decorativi, costituiscono una fonte pericolosa di sali solubili e la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti. La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, accelerare il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

86.2.3 PULITURA MEDIANTE SPRAY DI ACQUA A BASSA PRESSIONE

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi. Sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta. L'acqua da impiegare in questi casi dipenderà dalla natura del materiale (anche se nella pratica si ricorre spesso all'acqua di rubinetto): in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio si impiegheranno acque a grana molto fine mentre, per graniti e le rocce silicate si potrà utilizzare acqua demineralizzata ovvero deionizzata (la produzione d'acqua deionizzata in cantiere avverrà tramite l'utilizzo di appropriata apparecchiatura con gruppo a resine scambio ioniche di adeguata capacità). Questa operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato ruscellamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi. Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (l'intervento non deve superare i 15-20 minuti consecutivi); inoltre, è consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo sia alla lenta evaporazione, per questo la temperatura esterna non dovrebbe mai sotto i 14°C.

La pulitura dovrà procedere per porzioni limitate di muratura; nel caso questa tecnica sia utilizzata per la pulitura di materiali lapidei porosi si dovrà, necessariamente, ridurre al minimo indispensabile la quantità d'acqua in modo da riuscire ad evitare la movimentazione dei sali presenti all'interno del materiale. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate all'articolo sulle generalità.

86.2.4 PULITURA MEDIANTE MACCHINA IDROPULITRICE A PRESSIONE CONTROLLATA

L'idropulitura risulterà particolarmente adatta per effettuare lavaggi su delle superfici non di particolare pregio e soprattutto non eccessivamente degradate o porose poiché la pressione del getto (4-6 atmosfere), in questo caso, potrebbe risultare troppo aggressiva e lesiva per il materiale ed implicare, sia l'eventuale distacco di parti deteriorate sia l'asportazione anche di porzioni sane di superficie. La procedura prevedrà l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni della D.L., emesso tramite l'ausilio di un ugello erogatore distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione (per percolamento) nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie. Al termine delle operazioni di lavaggio è opportuno accertarsi che l'intervento non abbia provocato dei danni al materiale (erosioni, abrasioni ecc.) e che non siano presenti polveri trasportate verso il basso dal ruscellamento delle acque di lavaggio. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

86.2.5 PULITURA MECCANICA (SPAZZOLE, BISTURI, SPATOLE ECC.)

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende tutta una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che, la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente connessa all'abilità ed

alla sensibilità dell'operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon, bisturi, lame, raschietti, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentati da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfresse (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.). La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari anche se, la bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto) anche se, considerato l'impatto che potrà avere tale operazione sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento.

Avvertenze: questo tipo di pulitura potrà produrre variazioni morfologiche superficiali in funzione alla destrezza dell'operatore ed alle condizioni conservative della superficie mentre saranno assenti variazioni del colore delle superficie trattate da tale procedura.

86.2.6 PULITURA MEDIANTE APPARECCHI AEROABRASIVI (SISTEMA JOS E ROTEC)

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata al fine di rimuovere dalle superfici lapidee particellato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni. Un metodo di pulitura aeroabrasiva è il sistema Jos che, sfruttando una spirale di tipo elicoidale a bassissima pressione (0,1-1 bar) consentirà di operare interventi di pulitura, sia a secco (utilizzando aria e inerti di varia granulometria) che ad umido (impiegando aria, inerti e bassi quantitativi di acqua che variano da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da rimuovere). Questo sistema potrà essere utilizzato per la pulitura di ogni tipo di pietra naturale, granito, arenarie, marmo e travertino. La scelta degli inerti verrà fatta in base al tipo ed alla consistenza della sostanza patogena da asportare in ogni caso si tratterà sempre di sostanze neutre non tossiche con granulometria di pochi micron (da 5 a 300 micron) e con durezza che potrà variare da 1-4 Mohs utilizzati, talvolta, con spigoli arrotondati, così che si potranno evitare fenomeni di microfessure, forti abrasioni o modificazioni delle alterazioni del materiale lapideo. Tra gli inerti più adatti al caso troveremo: il carbonato di calcio, bianco di Spagna, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato, pula di riso. Si procederà con la proiezione a vortice elicoidale degli inerti che colpiranno la superficie seguendo più angoli d'incidenza secondo direzioni subtangenziali. La distanza che dovrà intercorrere tra l'elemento di immissione (ugello) e il materiale varierà normalmente tra i 35 cm e i 45 cm. Il sistema Jos eviterà l'insorgenza di un'azione abrasiva sul materiale, poiché la pressione dell'aria compressa diminuirà approssimativamente in proporzione al quadrato della distanza dall'ugello, mentre la rotazione rimarrà inalterata.

Per superfici molto porose, o molto deteriorate, sarà indicato il sistema Jos a secco applicato ad una distanza dal supporto di circa 40-45 cm con una pressione di impatto non superiore agli 1,5 bar; se dovranno essere pulite superfici di marmo, granito e travertino si utilizzerà carbonato di calcio come inerte (in grani da 300 mm di diametro emessi da una distanza di circa 30-40 cm con pressione dell'impianto pari a 2 bar in modo che, l'impatto sulla pietra, sia pari a 0,4-0,5 bar).

Il sistema Jos a umido sarà impiegato per la pulitura di superfici non eccessivamente porose, così da evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado legati all'infiltrazione in profondità d'acqua. Si utilizzerà acqua lievemente dura per la pulitura di calcarei teneri, acqua dolce sarà utilizzata per la pulitura di pietre silicee mentre, per rocce silicatiche e graniti, s'impiegherà acqua deionizzata. In ogni caso il consumo di acqua sarà in relazione al tipo e alle dimensioni dell'ugello utilizzato (per ogni 2 m² di superficie pulita: ugello piccolo 1 l, ugello standard 6 l); occorrerà sempre procedere con estrema cautela e previa analisi delle caratteristiche intrinseche della pietra da trattare in modo da evitare interventi troppo aggressivi che potrebbero implicare sia l'erosione del materiale sia, un'eccessiva, quanto dannosa, impregnazione di acqua.

In alternativa al sistema Jos si potrà ricorrere al sistema Rotec caratterizzato da un mini vortice rotante. Particolarmente adatto per puliture di manufatti delicati (sculture, rilievi, ceramiche ecc.) potrà essere utilizzato a secco, a nebulizzazione (l'ugello erogherà 0,5 l/h di acqua) o a umido (l'ugello erogherà da 1 a 3 l/h di acqua). L'inerte e l'ugello sono, anche in questo caso come per il sistema Jos, regolabili (la pressione d'impatto sul materiale non supera i 0,2-0,4 bar).

86.2.7 PULITURA MEDIANTE MICROSABBIATURA DI PRECISIONE

La microsabbatura di precisione prevedrà la rimozione di depositi spessi coerenti ed aderenti alla superficie ricorrendo a polveri abrasive sospese in un getto d'aria compressa diretto sulla superficie per mezzo di una lancia metallica. Sarà opportuno evitare l'utilizzo di macchinari che non consentiranno una bassa pressione d'esercizio (pressione del getto variabile a seconda dei casi da 0,3 a 6 bar), in special modo su superfici particolarmente degradate. I materiali lapidei sui quali si potrà applicare questo sistema di pulitura dovranno, infatti, presentare uno stato conservativo relativamente buono, dovranno essere sufficientemente compatti, così da poter resistere all'azione abrasiva. La microsabbatura potrà essere applicata su materiali di natura carbonatica e silicatica e, con le dovute precauzioni, in tutte quelle circostanze per le quali non sarà consentito ricorrere a tecniche che comportino l'impiego di acqua (ad esempio in presenza di murature particolarmente umide), per quanto concerne le pietre calcaree tenere sarà opportuno procedere con estrema cautela poiché l'intervento potrebbe alterare la natura del materiale, mentre si sconsiglierebbe la sabbatura su pietre molto porose visto che, l'inerte impiegato, potrebbe ristagnare all'interno del materiale.

Al fine di garantire la riuscita dell'intervento, sarà opportuno effettuare analisi e prove su materiale campione in modo da calibrare bene i termini dell'operazione così da poter evitare irreversibili inconvenienti come l'insorgenza di scalfitture, abrasioni sulla superficie o distacchi localizzati di materiale. Le prove sul campione di materiale dovranno consentire di bilanciare tutti i fattori che incideranno sull'operazione come: la tipologia e la quantità del materiale abrasivo da impiegare, la pressione del getto, il tipo di ugello, la distanza che dovrà intercorrere tra ugello e superficie, rapporto aria-abrasivo ed i tempi di applicazione. La microsabbatura dovrà evitare il coinvolgimento delle parti di materiale sane presenti sotto le incrostazioni. L'inerte scelto dovrà essere una polvere chimicamente neutra (polveri vegetali o abrasivi minerali) di dimensioni ridotte e preferibilmente di forma arrotondata come ad esempio: frammenti minutissimi di noccioli di frutta (albicocca), sabbie di fiume setacciate, ossidi di alluminio, polveri finissime di silicati naturali ecc. La granulometria potrà variare tra i valori minimi di 10-25 µm e i valori massimi di 40-60 µm in relazione alla natura stessa della polvere abrasiva, alla consistenza del materiale e al tipo di sporco da asportare. Al fine di riuscire a non danneggiare la superficie durante le operazioni di sabbatura sarà opportuno variare la granulometria e tipologia dell'inerte (dimensione, forma e peso specifico) per fasi successive, soprattutto dopo l'asportazione dei depositi più consistenti prima di procedere alla finitura della superficie. La pressione del getto non dovrà mai superare i 3-4 bar considerato che con tale forza di impatto sarà possibile asportare depositi di spessore variabile tra 1-2 mm. L'operazione di microsabbatura dovrà comunque arrestarsi se durante l'intervento si risconteranno: parti localizzate di materiali dove i depositi risulteranno particolarmente coesi tra loro, residui di trattamenti antichi e pellicole di ossalato. In ognuno di questi casi la pulitura si limiterà ad alleggerire i depositi e non ad asportarli, visto che una prolungata insistenza potrebbe provocare il distacco del materiale. L'erogazione del getto dovrà avvenire in modo tale che l'operatore sia in grado, per tutta la durata dell'intervento, di orientare l'ugello (di dimensione compresa tra 0,2 e 1,8 mm) manualmente circoscrivendo così l'operazione alle sole aree interessate; l'operatore dovrà, inoltre, accertarsi che l'erogazione del flusso sia sempre costante e che l'ugello non si sia usurato. Se la microsabbatura sarà eseguita in presenza di elevati tenori di umidità ambientale occorrerà tenere sotto stretto controllo l'apparecchiatura visto che i granuli di abrasivo potrebbero compattarsi ostruendo, in questo modo, l'ugello; per ovviare tale inconveniente potrebbe risultare utile dotare l'apparecchiatura di un apposito deumidificatore.

Avvertenze: questo tipo di pulitura comporta variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore, alla scelta della polvere abrasiva in rapporto alla pressione di uscita ed alle condizioni conservative del manufatto. La superficie pulita con microsabbatura si presenterà maggiormente assorbente e "sbiancata".

86.2.8 TRATTAMENTO DEI BASOLATI

Al termine della posa, gli elementi del basolato dovranno essere trattati con opportuna pulitura secondo i metodi indicati ai punti precedenti, avendo cura nelle operazioni ed il successivo trattamento protettivo. Si dovrà procedere alla rimozione dei depositi superficiali incoerenti e polverulenti, a secco con pennellesse, spazzole e aspiratori con acqua, spruzzatori, pennelli, spazzole, spugne, secondo le specifiche procedure sopra descritte. Al termine si dovrà procedere alla applicazione di due passate di idrorepellente siliconico incolore.

Art.87. AGGIUNTE, INTEGRAZIONI

87.1 PREMESSA METODOLOGICA

Le operazioni d'integrazioni comprendono tutta una serie d'interventi che hanno come fine ultimo quello di ripristinare le mancanze, più o meno consistenti, rintracciabili in un manufatto riconducibili a svariati motivi tra i quali: naturale invecchiamento dei materiali, mancata manutenzione, sollecitazioni meccaniche, decoesioni superficiali, interventi restaurativi antecedenti ecc. Indipendentemente dalle scelte metodologiche adottate, scaturite dai diversi indirizzi culturali, nel progetto di conservazione, le mancanze richiedono necessariamente un'azione procedurale a prescindere che l'obiettivo finale prefisso sia il mantenimento dello stato di fatto o il ripristino finalizzato a restituire l'efficienza tecnica; ripristino che potrà essere denunciato oppure, come accade sovente, poiché mirato alla restituzione della configurazione "originale" nella sua totalità ed integrità, celato. Attribuire alla mancanza un valore storico-stratigrafico, se da un lato può rappresentare un atteggiamento estremamente rispettoso nei riguardi dell'entità materica ed estetica del manufatto dall'altro, limita le operazioni tecniche indirizzate alla conservazione ovvero, al recupero di quei requisiti di integrità strutturale che, venuti a mancare, possono incrementare l'innescarsi dei fenomeni degradanti.

Le operazioni di ripristino dovranno, per questo, essere pianificate puntualmente cercando, dove sarà possibile, di ponderare sia l'aspetto tecnico che quello conservativo in modo da tenere in debito conto dei limiti imposti dalla valenza storica intrinseca nel manufatto e, allo stesso tempo riuscire a restituire l'efficienza strutturale venuta meno. Il ripristino di parti mancanti, se da un lato contribuisce a dare durezza al manufatto, proteggendolo ed aiutandolo a conservarsi nel tempo, dall'altro comporta, inevitabilmente, alterazioni e perdite dei segni stratigrafici nascondendoli o cancellandoli con aggiunte che, come spesso avviene, rendono estremamente difficile il recupero di ciò che di originale è rimasto. Questo dato di fatto, dovrebbe essere per il tecnico motivo di ponderate riflessioni al fine di riuscire a pianificare un intervento circoscritto a risolvere le varie problematiche rilevate durante la fase conoscitiva del manufatto, scaturito da riferimenti culturali che lo hanno indirizzato nelle scelte metodologiche coscienti che, delle diverse opzioni disponibili, per risolvere un determinato problema, nessuna sarà in grado di ovviare alle problematiche sino ad ora esposte; di ogni soluzione dovranno essere valutati i relativi vantaggi e svantaggi relazionandoli strettamente alle singole esigenze. In un progetto di restauro inevitabilmente l'interazione con il manufatto, e in special modo se si tratta di operare delle integrazioni, avrà come conseguenza un'alterazione dello stato di fatto originale; gli interventi, anche quelli meno invasivi, apporteranno delle modifiche più o meno rilevanti all'integrità della struttura che potranno essere accettate, e in parte giustificate, dalla priorità perseguita di restituire al

manufatto la sua efficienza strutturale cosicché possa protrarre nel tempo il lento consumarsi. Le integrazioni che si mimetizzano con l'esistente, mirate non solo a dare integrità strutturale ma, soprattutto, a ripristinare un'unità figurativa in riferimento a come presupposto in origine, se da molti considerato un modo di intervenire che poco tiene conto della dignità storica del manufatto, da altri è ritenuto lecito, poiché il progetto è il risultato di ponderate riflessioni supportate da ricerche e documentazioni puntuali e dettagliate, per cui il risultato finale non deriva dal gesto creativo del tecnico ma dal suo bagaglio di conoscenze storiche.

Gli accorgimenti utilizzati, in molti casi, al fine di distinguere la preesistenza dall'aggiunta (ad. es. diversificare la lavorazione superficiale della parte nuova rispetto all'originale, riprodurre le parti mancanti ricorrendo a materiali compatibili ma diversi, ripristinare le superfici in leggero sottosquadro o sopraquadro, segnalare il nuovo mediante marchi ecc.) se attuati dovranno essere realizzati con estrema cura e sensibilità da parte del tecnico in modo che il risultato finale, pur essendo coerente e rispettoso dello stato di fatto, non sia tale da tradursi in una visione paradossale dove la varietà di integrazioni visivamente rintracciabili fanno perdere la valenza figurativa d'insieme intrinseca nel manufatto. Il dilemma di quale sia la risoluzione può consono difficilmente potrà avere una risoluzione chiara, capace di definire un modo di procedere adattabile a tutte le diverse situazioni, in special modo quando l'intervento non si limita alla manutenzione ma, per impellenti necessità scaturite dal bisogno di salvare ciò che si può rischiare di perdere, diviene di restauro.

87.2 OPERAZIONI DI STUCCATURE, INTEGRAZIONI DEI MATERIALI LAPIDEI (AGGIUNTE)

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

87.2.1 GENERALITÀ

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei (con questo termine saranno intesi, oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti) sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di "stuccatura-integrazione". Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione.

87.2.2 VERIFICHE PRELIMINARI

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni "dinamiche" (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

87.2.3 ASPORTAZIONE DI PARTI NON COMPATIBILI

Si procederà, seguendo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

87.2.4 PULITURA DELLA SUPERFICIE

Ciclo di pulitura con acqua deionizzata e successiva spazzolatura (o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto) della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo. Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino. Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie derivate dalla presenza di sali si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura utilizzando metodi e tecniche dettate dalle indicazioni della D.L. (ad es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua demineralizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante: prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

Per specifiche sulle tecniche di pulitura, desalinazione, bonifica o deumidificazione si rimanda a quanto esposto agli articoli specifici.

Specifiche sulle stuccature: saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo. Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, cosicché, se si verificasse un movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e la conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature.

Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NorMaL n. 20/85).

Avvertenze: sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovrà essere riportata la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero miscela di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

87.3 STUCCATURA-INTEGRAZIONE DI ELEMENTI IN LATERIZIO

L'intervento si rivolge agli apparecchi "faccia vista" in laterizio e avrà come obiettivo quello di mettere in sicurezza i frammenti in cui si sono suddivisi i laterizi, integrare le eventuali lacune (dovute alla disgregazione, erosione, alveolizzazione del materiale) e, allo stesso tempo, difendere l'apparecchio dagli agenti atmosferici. Sarà un'operazione, sia di consolidamento che di protezione, che dovrà essere necessariamente estesa anche alle più piccole lesioni e fratture del mattone, affinché la superficie non abbia soluzioni di continuità e possa, così, opporre alla pioggia ed agli agenti aggressivi ed inquinanti, un corpo solido e compatto.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) ed abbondante bagnatura con acqua deionizzata della superficie oggetto d'intervento, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire, al fine di evitare spaccature e lesioni durante la stagionatura e successivi rischi di distacco. L'impasto della malta sarà effettuato seguendo le indicazioni di progetto; in assenza di queste si potrà utilizzare uno stucco a base di grassello di calce (10 parti) caricato con tre parti di polvere di coccio pesto (30 parti); in alternativa il coccio pesto potrà essere sostituito per metà, o del tutto, con pozzolana (rapporto legante-inerte 1:3); questo impasto potrà, eventualmente, essere "aiutato" con una parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante (quantità < al 2%). La stuccatura sarà effettuata utilizzando cazzuolini, cucchiari o piccole spatole tipo quelle a foglia d'olivo evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta, sia con gli attrezzi); a tal fine potrà essere conveniente schermare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta, o altro sistema idoneo. Con la spatola si dovrà dare forma alla porzione mancante del mattone costipando il materiale al fine di eliminare sia l'acqua in eccesso, sia di migliorare la compattezza e l'aderenza alla parte sana del laterizio oggetto di intervento.

Dovranno essere effettuate miscele di prova, delle quali si trascriveranno le proporzioni e si prepareranno dei piccoli campioni di malta, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Nel realizzare i provini delle malte bisognerà tener conto di eseguirle molto tempo prima per confrontare i colori dopo la presa e la naturale stagionatura.

In presenza di lievi fessure ovvero sacche intergranulari nel mattone, si potrà ricorrere ad applicare a pennello o mediante iniezioni una boiaccia (miscelata con l'ausilio di frusta da zabaione) simile a quella descritta precedentemente, ma con un rapporto legante-inerte di 1:1 (1000 parti di acqua, 100 parti calce idraulica naturale NHL 2, 100 parti coccio pesto o pozzolana, 10 parti di resina acrilica in emulsione, 1 parte di gluconato di sodio); le cariche saranno superventilate (granulometrie inferiori a 60 mm). Al fine di favorire l'efficacia dell'assorbimento, in special modo per le iniezioni, si renderà necessario un pre-trattamento della cavità con acqua ed alcool denaturato con l'eventuale aggiunta di dispersione acrilica al 10%.

Specifiche sul grassello: sarà vietato l'utilizzo di grassello di calce ottenuto semplicemente aggiungendo un'adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere. Così facendo si otterrà un grassello in appena 24 ore ma sarà un prodotto scadente; pertanto, sarà prescritto l'utilizzo di grassello di calce spenta da almeno 12 mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta.

87.4 EVENTUALE INSERIMENTO DI ARMATURA

Nel caso in cui si dovesse operare in cospetto di parti mancanti consistenti si renderà necessario "armare" la stuccatura con rete metallica elettrosaldata a doppia zincatura a maglia stretta (per es. filo f 2 mm maglia 10x10 mm) e/o con perni filettati di acciaio inossidabile, preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314L o 316L), che presenterà anche buone doti di piegabilità (ad es. 2-3 f 4 mm), opportunamente sagomati allo scopo di migliorare l'aderenza al supporto della malta da ripristino. Si eseguiranno i fori per l'inserimento dei perni con trapano a sola rotazione a bassa velocità dopodiché, previa aspirazione degli eventuali detriti con pera di gomma ed iniezione di acqua deionizzata ed alcool, (rapporto 5:1 in volume) si inserirà il perno. In questa operazione si dovrà tener conto ogni accortezza al fine di evitare danni o rotture ai manufatti.

I perni dovranno essere annegati in particolari malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e pozzolana superventilata, rapporto 1:2, con l'eventuale aggiunta di gluconato di sodio (per migliorare la fluidità) ed, eventualmente, di cemento bianco (per aumentare le proprietà meccaniche). In alternativa si potranno utilizzare collanti a base di resine epossidiche a bassa viscosità, esenti da solventi, polimerizzabili a temperatura ambiente ed in presenza di umidità. In ogni caso si utilizzerà un impasto di adeguata tiosotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire.

Specifiche sui perni: sarà vietato l'uso di metalli facilmente ossidabili come il ferro, il rame e le sue leghe; mentre potranno essere utilizzati con tutta tranquillità: perni in titanio o in acciaio inossidabile o, se l'integrazione interessa parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. Il perno dovrà possedere buona stabilità chimica e coefficiente di dilatazione termica lineare e il più possibile vicino a quello dei materiali da ripristinare.

87.5 TRATTAMENTO FINALE

A presa avvenuta la superficie stuccata verrà trattata con spugna inumidita (esercitando una leggera pressione) con il risultato di arrotondare gli spigoli, compattare lo stucco e, nello stesso tempo, rendere scabra la superficie rendendola simile ai mattoni limitrofi. Allo scopo di rendere l'integrazione non troppo discordante dagli elementi originali, si può trattare la superficie con una patinatura di polvere di pozzolana (per maggiori dettagli si rimanda alla procedura specifica).

87.5.1 RAPPEZZO DI INTONACO

Previa un'attenta valutazione del reale stato conservativo del supporto il rappezzo d'intonaco dovrà relazionarsi sia all'intonaco ancora presente sulla superficie sia alla natura della muratura garantendo, per entrambi, un'efficace adesione, l'affinità fisico/chimica e meccanica. Il rappezzo dovrà essere, infatti, realizzato con un intonaco compatibile con il supporto e simile a quello esistente per spessore (numero di strati), composizione e traspirabilità; i coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni (pioggia battente, vapore, umidità ecc.). La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie ovvero, dall'analisi della rimanenza si dovranno dedurre le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati combinati tra loro: rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Prima di procedere con il rappezzo la superficie dovrà essere preparata; la muratura interessata dall'intervento dovrà essere sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità), scabra (mediante picchiettatura, bocciardatura ecc.) e pulita (priva di sali e/o patine al riguardo si rimanda agli articoli specifici inerenti le puliture) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto dopodiché, si eseguirà l'inumidimento della muratura tramite pennello imbevuto d'acqua o, mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale (contrariamente una parete asciutta potrebbe assorbire eccessivamente l'acqua presente nell'impasto provocando il ritiro della malta). Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti.

La preparazione della malta, se avverrà in cantiere, dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, facendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua (sarà consigliabile iniziare l'impasto con circa 2/3 della quantità d'acqua necessaria aggiungendo, durante le fasi di lavorazione, la parte rimanente) onde evitare la formazione di impasti o troppo fluidi o poco lavorabili, lo scopo dovrà essere quello di ottenere una consistenza tale da garantire la capacità di adesione fino all'avvenuta presa sul supporto (la malta dovrà scivolare dalla cazzuola senza lasciare traccia di calce sulla lama); il dosaggio degli ingredienti dovrà essere fatto con estrema cura e precisione evitando, dove è possibile, metodi di misurazione troppo approssimativi (pala o badile) in modo da riuscire ad ottenere formulati aventi le caratteristiche indicate e richieste da progetto; la quantificazione in cantiere potrà avvenire prendendo come riferimento un'unità di volume identificata in un contenitore facilmente reperibile in sito (secchi e/o carriole). Il secchio da murature corrisponde a circa 12 l (0,012 m³) mentre una carriola avrà una capacità di circa 60 l, circa cinque secchi, (0,060 m³). L'impasto potrà essere eseguito a mano lavorando i componenti su di un tavolato (non sul terreno), o ricorrendo ad attrezzature meccaniche quali piccole betoniere o impastatrici.

Compiuta la pulitura, e se necessario il consolidamento, dei margini del vecchio intonaco si procederà all'applicazione sulla parete del rappezzo seguendo i diversi strati indicati da progetto; previa bagnatura del muro, verrà applicato il rinzafo (in malta morbida con aggregati a grana grossa 1,5-5 mm) in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio, a presa avvenuta, previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio, tramite cazzuola, in strati successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto utilizzando una malta composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm), l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato. La finitura, verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna, leggermente imbevuti di acqua. In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà consigliabile realizzare, una rincocciatura (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo specifico) della cavità con malta idraulica (calce idraulica naturale NHL 3,5 e scaglie di laterizio rapporto legante inerte 1:3). Particolare attenzione dovrà essere fatta nella messa in opera in prossimità delle zone d'unione tra le due superfici poiché, la loro corretta esecuzione potrà evitare l'insorgenza di punti di discontinuità, a tale riguardo sarà consigliabile rifinire i lembi con spatolini da stuccatore in modo da garantire una maggiore precisione nella rifinitura. L'applicazione del nuovo intonaco dovrà essere fatta con i valori della temperatura esterna tra i 5°C e i 30°C; la malta dovrà essere accuratamente compressa all'interno della lacuna al fine di ottenere delle buone caratteristiche meccaniche, inoltre tra la posa dei vari strati dovranno intercorrere dei tempi d'attesa (relazionati alle diverse tipologie di malte) durante i quali le superfici dovranno essere bagnate. La presenza del rappezzo sulla superficie muraria se specificato dagli elaborati di progetto potrà non mimetizzarsi con la preesistenza così da tutelare le diverse stratificazioni storiche; a tale riguardo i rappezzi esterni potranno essere rilevabili diversificando la lavorazione dello strato di finitura (ad esempio passando una spazzola di saggina sullo strato di finitura a presa iniziata ma ancora lavorabile), utilizzando granulometria di inerti leggermente differenti o dipingendolo con una tonalità di colore più chiara o più scura (a discrezione del progettista) mentre, per quanto riguarda i rappezzi interni (meno soggetti all'azione degradante) oltre alle soluzioni sopra citate si potrà decidere di arretrare lo spessore del rappezzo di pochi millimetri rispetto allo spessore del vecchio intonaco.

Specifiche: nel caso in cui il rappezzo presentasse un'ampiezza considerevole, sarà opportuno predisporre, sopra il primo strato di rinzafo, delle idonee guide al fine di controllare lo spessore e la planarità dell'intonaco. Tali guide potranno essere messe in opera come segue: si fisseranno alla parete dei piccoli conci di laterizio (allineati verticalmente distanziati di circa 50-100 cm) utilizzando la stessa malta dell'intonaco per uno spessore corrispondente a quello definitivo indicato da progetto, tra i conci verticali verrà eseguita una striscia di malta (la stessa realizzata per l'intonaco), tirata a piombo. È buona norma, al fine di consentire la corretta lavorazione della superficie, che l'interasse delle guide sia 40-50 cm inferiore rispetto alla lunghezza della staggia disponibile in cantiere. Le fasce così realizzate costituiranno il dispositivo di controllo dello spessore dell'intonaco.

Al fine di ridurre il rischio di cavillature sarà conveniente seguire delle accortezze tipo: non utilizzare malta con elevato dosaggio di legante (malta grassa) che dovrebbe, in ogni caso essere decrescente dallo strato di rinzafo a quello di finitura, così come dovrebbe essere la resistenza a compressione; applicare la malta per strati successivi sempre più sottili con aggregati a granulometria più minuta partendo dagli strati più profondi fino ad arrivare a quelli più superficiali.

87.5.2 INTEGRAZIONI, RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI

L'intervento di ripristino delle pavimentazioni dovrà, necessariamente, essere preceduto dall'analisi, non invasive, dei fenomeni che hanno provocato patologie di degrado dei materiali oggetto di intervento; pertanto prima di intervenire con i diversi sistemi di stuccatura o protezione sarà appropriato procedere asportando l'eventuali sostanze inquinanti (efflorescenze saline, crescite microorganiche, concrezioni ecc.) o più generalmente con un trattamento di pulitura, sgrassatura o deceratura utilizzando la tecnica che si riterrà più idonea al singolo caso in ragione al tipo di pavimento, al suo stato di conservazione, alla natura delle sostanze degradanti ed ai risultati delle analisi di laboratorio (per maggiori dettagli sulle tecniche di puliture si rimanda alle procedure specifiche).

Nel caso in cui l'integrazione sia rivolta a fratture ovvero piccole cavità, il protocollo seguirà le procedure indicate per gli elementi lapidei o per quelli lignei ad eccezione di qualche precisazione dovuta alla natura della mancanza (piccola entità sia in termini di estensione sia di profondità). La stuccatura sarà, preferibilmente, eseguita con materiali in pasta costituiti da un legante di tipo inorganico (ad es. calce idraulica naturale) o, più di frequente, organico (ad es. polimeri sintetici come le resine acriliche) e da una carica (polvere di legno, caolino, argilla finissima, polvere di marmo ecc.) in ragione al supporto (cotto, pietra, legno ecc.) oggetto d'intervento; se espressamente richiesto dagli elaborati di progetto questi impasti potranno essere additivati (ad es. cariche di gluconato di sodio, pigmenti colorati ecc.) al fine di esaltare ad esempio le caratteristiche di presa, fluidità, antiritiro, resistenza meccanica ecc. (per maggiori dettagli sugli impasti si rimanda a quanto detto agli articoli precedenti).

Previo eventuale sgrassamento delle superfici si applicherà la pasta, della consistenza voluta, sulle parti mancanti adoperando piccole spatole metalliche o bacchette di legno esercitando una modesta pressione al fine di otturare la cavità, in caso di fessure più profonde si potranno eseguire più strati di materiale intervallati tra loro con un tempo di attesa necessario per l'essiccazione. In questo caso, inoltre, si renderà vantaggioso, ai fini di un corretto aggrappaggio tra gli strati, graffiare la superficie di quello sottostante, prima del suo indurimento.

Al fine di eludere il fenomeno del ritiro e di permettere le eventuali successive operazioni di arrotatura, levigatura e lucidatura (soprattutto in presenza di pavimenti in cotto, marmo, marmette colorate in pasta) sarà consigliabile impiegare una quantità di stucco moderatamente eccedente il volume da riempire.

87.5.3 INTEGRAZIONE CON NUOVI ELEMENTI

In caso di elementi non più solidali con il sottofondo (parti mobili o totalmente distaccate) la procedura prevedrà, solo se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, il loro cauto smontaggio e la loro pulitura (per le procedure operative riguardanti lo smontaggio del pavimento si rimanda a quanto prescritto all'articolo specifico) con spazzole di saggina, scopinetti, piccole spatole, tamponi imbevuti di sostanze detergenti o altra tecnica ritenuta idonea dalla D.L.; in seguito si procederà alla riposa in opera definitiva che dovrà essere eseguita con malta di allettamento il più possibile simile a quella originale. In presenza di vaste zone d'intervento si renderà necessario la rimozione degli elementi fino all'intera asportazione del massetto costituente il sottofondo. Il nuovo massetto (a base di calce idraulica naturale NHL 5 e sabbione in rapporto 1:2) dovrà essere lasciato stagionare per il tempo necessario (almeno 7 giorni); le, eventuali, lesioni che dovessero manifestarsi andranno riempite con boiaccia di calce idraulica. Si procederà successivamente, alla posa in opera degli elementi recuperati (ovvero dei nuovi elementi se questi non potranno essere recuperati) con un letto di malta di calce idraulica (a consistenza plastica) di adeguato spessore (di norma 2 cm, comunque uguale a quello asportato) disteso sul sottofondo; gli elementi saranno collocati uno alla volta accostati tra loro mediante appositi distanziatori al fine di creare le fughe desiderate (minimo 0,5 massimo 3 mm). Si premerà, infine, su ogni elemento (battendo gli angoli con il martello di gomma o con il manico di legno della mazzetta) facendo refluire la malta e, allo stesso tempo, in modo da posizionarlo ad una quota leggermente superiore al piano finito così da compensare l'abbassamento dovuto dal naturale ritiro della malta. A distanza di 2-4 ore (in ragione delle condizioni ambientali) dal termine della posa, le superfici pavimentate dovranno essere bagnate al fine di garantire una stagionatura ottimale della malta di appoggio. Per la stuccatura delle fughe sarà consigliabile utilizzare una boiaccia liquida così da essere capace di penetrare agevolmente nelle fessure, inoltre si renderà necessario ripetere l'operazione 2/3 volte, a distanza di almeno 8 ore una dall'altra. Ultimata la stuccatura, e passate 4-6 ore, sarà necessario bagnare il pavimento posato. La boiaccia utilizzata per la stuccatura delle fughe sarà composta seguendo le disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., in mancanza di queste si potrà comporre un impasto a base di cemento bianco pigmentato con ossidi colorati (massimo 10%) con l'eventuale aggiunta di lattice acrilico al fine di conferire un minimo di elasticità allo stucco, sarà consigliabile effettuare delle prove al fine di individuare la giusta tonalità della stuccatura in modo che il colore delle fessure riempite si mimetizzi con quello degli elementi adiacenti.

Specifiche: in linea generale si dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi, cercando di riutilizzare quelli originali, se questo non dovesse essere possibile (causa mancanze, eccessivi degni ecc.) sarà opportuno, utilizzare, per le eventuali parziali sostituzioni, materiali e tecniche di lavorazione simili a quelle originali ma al contempo, se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto, dovranno attestare la "modernità" in modo da distinguersi.

Nel caso di utilizzo di pietra da taglio questa dovrà presentare la forma e le dimensioni indicate negli elaborati di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

a grana grossa: (spuntato grosso, medio o fine secondo il tipo di sabbia utilizzata) si intenderà quella lavorata semplicemente "alla punta" ottenuta mediante mazzetta e scalpello a punta detto Sabbia o punta, questo tipo di lavorazione sarà, generalmente, eseguita a

mano (su spessori di almeno 4 cm) pertanto si rileverà un'operazione onerosa ma di particolare effetto accentuato dal risalto conferito al carattere del litotipo; (in alternativa si potrà operare con l'ausilio di microscalpelli elettrici);

ordinaria: (spuntato alla martellina a tre denti) lavorazione simile alla precedente ma eseguita con l'ausilio di martellina a denti larghi, anche questo tipo di lavorazione si eseguirà su spessori minimi di 4 cm;

a grana mezza fina: (a martellina mezza fina, a bocciarda grossa, a bocciarda media, gradinato medio, gradinato fine) lavorazione eseguita tradizionalmente a mano su spessori minimi di 3 cm con utensili per urto tipo le martelline a 6 denti allineati, polka, bocciarde (da 9 e 16 punti) e scalpelli (a penna, raschino, gradina a penna dentata, calcagnolo, ferrotondo ecc.); essendo una lavorazione molto onerosa oggi sovente si ricorrerà all'utilizzo degli stessi strumenti ma di tipo pneumatico (ad es. microscalpelli elettrici), in alternativa per la lavorazione su vaste aree si potrà ricorrere a macchine automatiche. Questo tipo di lavorazione sarà indubbiamente il più utilizzato per i rivestimenti e per le pavimentazioni esterne;

a grana fina: (a bocciarda fine, scalpellato medio, scalpellato fine) lavorazione simile alla precedente (spessore minimo di lavorazione 3 cm), ma eseguita con strumenti più fini (ad es. bocciarde da 24 o 36 punti, scalpelli minuti od unghietti).

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati affinché le connessioni fra i conci non superino la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre. Qualunque sia il grado di lavorazione delle facce a vista, i letti di posa e le facce adiacenti dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non dovranno essere presenti né smussature agli spigoli né cavità nelle facce o stuccature in malta.

Nel caso di arrotatura, levigatura e lucidatura di pavimenti in marmette (elementi di pasta cementizia colorata o impasto di graniglia, polvere di marmo e cemento fino alla dimensione di 250x250 mm spessore minimo 25 mm), o marmettoni (elementi di impasto con scaglie di marmo, polvere di marmo e cemento fino alla dimensione di 500x500 mm spessore minimo 35 mm), si dovrà porre particolare attenzione allo spessore dello strato superficiale al fine di evitarne la completa asportazione, con la conseguente esposizione dello strato di supporto grigio in malta cementizia.

Arrotatura e levigatura: avvenuta la presa della malta delle stuccature (in ogni caso non prima di 20 giorni) le superfici pavimentate subiranno una prima sgrossatura con idonea macchina (manettone). La fase di arrotatura-levigatura conterà di più passaggi successivi della macchina, la cui opera raffinatrice sarà realizzata da apposite mole abrasive che agiranno in presenza di acqua; le mole utilizzate per i primi passaggi (arrotatura) saranno del tipo a grana grossa 60-120 (1/60 di mm identifica il diametro dell'abrasivo nell'impasto delle mole) ed avranno lo scopo di rendere uniforme il piano trasformandolo in un'unica lastra piana. Il fango di risulta dovrà essere opportunamente rimosso ed il pavimento dovrà essere accuratamente lavato cosicché sulla superficie non rimanga alcuna traccia di melma. Al fine di togliere eventuali rigature, lasciate dalla prima molatura, dovrà essere spalmato sul pavimento uno strato di boiaccia convenientemente colorata con le percentuali di pigmenti scelti. Passato il tempo necessario all'indurimento della boiaccia si passerà alla levigatura meccanica mediante l'utilizzo di appropriate mole di grana media (220-600) fino ad arrivare a grane fini (600-800); dove la macchina levigatrice non potrà operare, cioè negli angoli, o sotto ostacoli come lavelli, sanitari o radiatori, sarà consigliabile ricorrere a idonei frullini manuali muniti di idoneo distributore di acqua (al fine di evitare "bruciate" delle marmette). Nel caso di posa in opera di battiscopa o rivestimenti in genere sarà consigliabile porli in opera dopo aver eseguito alcune passate di arrotatura così da aver costituito un perfetto piano di posa.

Lucidatura: previa eliminazione delle rigature si procederà alla fase di lucidatura eseguita mediante un feltro localizzato sotto la macchina e l'uso d'acido ossalico. In questa fase di effettuerà la piombatura del pavimento che sarà eseguita grazie all'azione di due fogli di piombo inseriti in modo incrociato al di sotto del feltro; i fogli ruoteranno sull'interfaccia del pavimento ed il calore creato dall'attrito favorirà il distacco di residui di piombo dai dischi che andranno ad occludere i pori presenti sulle marmette. A lucidatura eseguita sarà consigliabile lavare con acqua e detergente neutro più volte la superficie al fine di rimuovere eventuali velature biancastre crete dalla lucidatura.

87.5.4 PRESCRIZIONI PARTICOLARI SUL RIPRISTINO DEL BASOLATO DEL PIANO DI BANCHINA

La superficie del piano di banchina è attualmente in uno stato di generale dissesto. L'impresa dovrà smantellare il basolato e ricollocarlo in opera secondo le pendenze di progetto e previa formazione di un letto in ghiaia ben costipata, tale da assicurarne la stabilità di posa. Il basolato dovrà essere posto in opera a perfetta regola d'arte, previa pulitura, sigillando accuratamente i giunti senza sporcare le pietre, riproponendo l'originale disposizione, e sostituendo quegli elementi che dovessero risultare non più integri, con applicazione finale di rivestimento idrorepellente trasparente.

Lo smontaggio delle basole calcaree dovrà avvenire con la massima cura, operando prevalentemente a mano, al fine di non danneggiare le singole componenti. Il rimontaggio dovrà essere effettuato nel rispetto della originaria tessitura, concordando le modalità di stuccatura di giunti con l'Ufficio tecnico della Soprintendenza Per I Beni Architettonici e Paesaggistici di taranto e Brindisi, nel corso di specifici sopralluoghi, previa esecuzione di campionature. Il posatore dovrà essere specializzato. L'impresa deve garantire idonei sistemi di sicurezza per prevenire il furto degli elementi calcarei dall'area di cantiere.

87.5.5 INTEGRAZIONE DI PORZIONI MURARIE

L'operazione di integrazione di porzioni di murature potrà rendersi necessaria in situazioni dove l'apparecchio murario risulti particolarmente degradato o lacunoso di elementi componenti tanto da rendere la struttura muraria a rischio di conservazione. Le integrazioni potranno riguardare murature o strutture murarie incomplete, interrotte o da consolidare (in questo caso si parla di operazione di "scuci e cuci"), che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni preesistenti.

In linea di massima la procedura si identificherà come un vero e proprio intervento costruttivo che, confrontandosi con il manufatto preesistente dovrà valutare di volta in volta le relazioni tra le parti ovvero, la messa in opera di elementi analoghi o meno per forma, dimensione, tecnica di lavorazione e posa in opera rispetto a quelli "originali" (o meglio preesistenti). Tutto questo non dipenderà esclusivamente da ragioni di tipo tecnico-costruttivo ma piuttosto, da precisi intenti progettuali primo dei quali il rispetto o meno verso l'autenticità, la riconoscibilità e la distinguibilità dell'intervento ex novo.

I fattori che potranno indirizzare le scelte di progetto saranno principalmente i materiali, le forme, le dimensioni e le lavorazioni degli elementi scelti per l'integrazione, i tipi di apparecchiatura e le tipologie di posa in opera; le casistiche possibili saranno svariate, le più ricorrenti possono essere individuate in:

integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente e con lo stesso tipo di apparecchiatura (integrazione mimetica);

integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma apparecchiati in modo differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi;

integrazione con elementi di materiale uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma con forma, dimensione, tipo di lavorazione differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle delle porzioni confinanti;

integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente, ma diversi per il tipo di lavorazione e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;

integrazione con elementi di forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso (di norma più resistente o di colore differente) posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;

integrazione eseguita con elementi di dimensione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso e di forma opposta a quella preesistente.

In linea generale la procedura operativa di integrazione dovrà seguire le fasi sotto elencate.

Operazioni preliminari

Accurato rilievo in scala adeguata (minimo 1:25) dello stato di fatto dell'apparecchio murario con tecnica e strumentazione indicata dalla D.L., se non diversamente specificato si eseguirà un rilievo fotogrammetrico, analitico o digitale esteso non soltanto, alla porzione della muratura da integrare ma a tutta la sezione oggetto di integrazione. Se non diversamente specificato dalla D.L. si procederà, inoltre, alla redazione di rilievo in scala 1:1 delle sole porzioni di murature da integrare. Le informazioni ricavate dalla suddetta analisi dovranno servire a definire la qualità, le forme e i modi di posa in opera dei nuovi elementi. Questi elaborati costituiranno la base per la "progettazione" dell'integrazione, sarà pertanto, utile elaborare delle simulazioni con diverse soluzioni progettuali al fine di verificare meglio le scelte operate.

Nel caso in cui le operazioni di rilievo manuale e/o strumentale non fossero sufficienti ad apprendere tutti i dati necessari (specialmente informazioni riguardanti le sezioni interne dell'organismo murario) potranno essere eseguiti eventuali accertamenti diagnostici (indagini endoscopiche, termografiche ecc.) specifici da scegliersi in accordo con la D.L.

Previa messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisorie, sarà possibile procedere alla rimozione degli elementi particolarmente sconnessi e/o decoesi. La rimozione dovrà avvenire per cantieri successivi di limitata entità dall'alto verso il basso così da non arrecare ulteriore stress all'organismo murario. Successivamente a questa fase di rimozione sarà necessario operare una pulitura generalizzata dei piani di appoggio e di connessione dei nuovi conci. La pulitura, se non diversamente specificato, avverrà mediante strumenti meccanici (quali ad es. spazzole, scopinetti eventuali piccoli aspiratori) o eventualmente blande puliture ad acqua facendo attenzione a non arrecare danno ai materiali preesistenti (per ulteriori specifiche inerenti le metodologie di pulitura si rimanda a quanto detto agli articoli specifici).

Messa in opera dei nuovi elementi

La vera messa in opera degli elementi dovrà essere preceduta dalla "presentazione", ovvero la sistemazione provvisoria degli elementi nuovi nella sede prevista, al fine di verificare l'accettabilità della loro forma e l'effettiva realizzabilità dell'intervento oppure dalla "presentazione" di un campione tipo di integrazione (ad es. nel caso di integrazione di apparecchio in opus reticulatum con un altrettanto opus reticulatum ma convesso e realizzato in malta). Per agevolare l'operazione di "presentazione" del primo caso si potrà far uso di zeppe o liste di legno per appoggiare provvisoriamente gli elementi nelle loro sede.

Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà previo preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella presente in situ, eventualmente additivata per migliorarne l'aderenza o diminuirne il ritiro. Dietro specifica indicazione della D.L. si provvederà all'inserimento di eventuali perni (ad es. barre filettate) o zanche in acciaio inox al fine di migliorare la connessione tra i nuovi elementi.

Dopo la messa in opera degli elementi di integrazione, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio, in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Rincocciature di murature

La rincocciatura è un'operazione che interessa la ricostruzione di mancanze o lacune murarie (generate ad esempio da crolli o distruzioni), nella massa e nel volume, tramite l'inserimento di nuovi materiali compatibili con quelli presenti allo scopo di ripristinare la

continuità della parete. Potrà limitarsi al paramento esterno od interessare la muratura, per tutto il suo spessore; questo ultimo caso si differenzia dall'integrazione muraria poiché coinvolge porzioni limitate di muratura e, dallo scuci e cuci perché non prevede la rimozione delle parti di muratura degradate. L'operazione di rincocciatura si renderà necessaria, inoltre, per evitare il progredire e/o l'insorgenza dei fenomeni di degrado (infiltrazioni d'acque meteoriche, di radici infestanti ecc.) che potranno attecchire all'interno della lacuna. Il compito strutturale dell'intervento potrà essere più o meno incisivo secondo i singoli casi; se la rincocciatura dovrà assolvere un ruolo di sostegno i materiali utilizzati dovranno avere delle caratteristiche di resistenza meccanica a compressione tale da garantire la stabilità della struttura (sarà opportuno a tale riguardo ricorrere a materiali compatibili e similari, per natura e dimensioni, a quelli originali), se invece si tratterà di colmare un vuoto si potranno utilizzare materiali come: frammenti di mattone, scaglie di pietra ecc. Se richiesto dalle specifiche di progetto, nei casi di strutture a rischio di crollo, prima di procedere con l'intervento, si dovranno mettere in opera dei sostegni provvisori circoscritti alla porzione che dovrà essere ripristinata; dalla cavità dovranno essere rimosse tutte le parti incoerenti o eccessivamente degradate tramite l'utilizzo di mezzi manuali (martelli o punte) avendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni.

All'interno della lacuna, se indicato dagli elaborati di progetto, potranno essere realizzate delle forature per l'inserimento di perni e connettori necessari per facilitare e, allo stesso tempo, garantire l'efficace ancoraggio dei nuovi elementi (per maggiori delucidazioni sulla tipologia dei perni si rimanda agli articoli inerenti: stuccatura elementi in laterizio e fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati). La cavità dovrà poi essere pulita ricorrendo a mezzi manuali come spazzole, raschietti o aspiratori in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate presenti negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La posa in opera dei nuovi materiali dipenderà dal tipo di rincocciatura che s'intenderà realizzare (se limitata al paramento esterno oppure estesa in profondità) e, dalla relativa tecnica utilizzata; in ogni modo sarà sempre buona norma ricorrere a materiali affini agli originali in modo da evitare l'insorgenza d'incompatibilità fisico-chimiche. La malta di connessione dovrà essere simile a quella presente sul paramento murario per rapporto legante-inerte e granulometria dell'inerte; se non diversamente specificato da progetto, si potrà ricorrere all'uso di una malta di calce (rapporto legante-inerte 1:3) così composta: 2 parti di calce aerea, 1 parte di calce idraulica, 9 parti di inerte (4 parti di cocci pesto, 5 parti di sabbia vagliata). Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio, in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto l'intervento di rincocciatura, potrà essere denunciato realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasedo, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici, costituirà una zona facile da degradarsi.

Art.88. CONSOLIDAMENTO

88.1 PREMESSA METODOLOGICA

Gli interventi di consolidamento operati sui "materiali lapidei" devono essere mossi dalla volontà di ristabilire una continuità, alterata a causa dei diversi fenomeni di degrado, tra la parte esterna del materiale e quella più interna in modo da poter garantire una coesione materica capace di eliminare le differenze fisico-meccaniche che si sono generate tra i vari strati. Le operazioni di consolidamento devono, infatti, assicurare l'adesione del materiale danneggiato a quello sano in modo da ristabilire un equilibrio strutturale capace di assicurare un comportamento solidale nei confronti delle diverse sollecitazioni e, allo stesso tempo, permettere di fronteggiare le condizioni al contorno; il fine è quello di ripristinare la resistenza meccanica originale del materiale sano, evitando, per questo, interventi eccessivi che potrebbero alterare la costituzione intrinseca della struttura con effetti, a lungo termine, difficilmente prevedibili.

L'intervento di consolidamento di un apparecchio murario risulta particolarmente complesso poiché, la sua reale efficacia è relazionata alla conoscenza di diversi fattori tra i quali: la natura dei materiali, i cambiamenti riconducibili al naturale invecchiamento della struttura, le diverse patologie di degrado compresenti, lo stato conservativo e le sollecitazioni in atto. Definito il quadro conoscitivo della struttura è importante stabilire se è realmente possibile eliminare le cause che hanno provocato le patologie degeneranti; contrariamente l'intervento di consolidamento non potrà essere considerato risolutivo e duraturo nel tempo. L'analisi puntuale della struttura deve servire al fine di evitare operazioni generalizzate a tutta la superficie; alle diverse problematiche riscontrate deve corrispondere un intervento specifico opportunamente testato, prima della messa in opera, su appositi provini campioni in situ al fine di comprovarne la reale efficacia e, allo stesso tempo, rilevare l'eventuale insorgenza di effetti collaterali.

L'operazione di consolidamento dei materiali lapidei si concretizza impregnando il materiale in profondità, al fine di evitare la formazione di uno strato superficiale resistente sovrapposto ad uno degradato, con sostanze di varia natura (organiche e/o inorganiche) applicate utilizzando diversi strumenti a seconda dei casi specifici (pennelli, spatole, impacchi, siringhe ecc.); la riuscita dell'intervento dipende sia dalla sostanza utilizzata sia dalla sua corretta modalità di applicazione. È opportuno ricordare che la sostanza consolidante deve essere compatibile con la natura del materiale per modulo di elasticità e di dilatazione termica così da non creare traumi interni alla struttura, inoltre deve essere in grado di ostacolare l'aggressione degli agenti patogeni. Il materiale introdotto non deve saturare completamente i pori così da non alterare i valori di permeabilità al vapore propri del materiale.

È buona norma inserire all'interno dei programmi di manutenzione, postumi all'intervento di conservazione, dei controlli periodici mirati alla verifica dell'effettiva validità delle operazioni di consolidamento in modo da poter realizzare il monitoraggio nel tempo e testarne il comportamento.

88.2 OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI MATERIALI LAPIDEI

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

88.2.1 GENERALITÀ

Le procedure di consolidamento risultano essere sempre operazioni particolarmente delicate, e come tali necessitano di un'attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo così da poter comprendere a fondo e nello specifico la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; in riferimento a queste analisi si effettuerà la scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale, mai generalizzata; sarà fatto divieto di effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, utilizzare prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni o verosimilmente miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ad operazione eseguita dovrà, sempre, essere verificata l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni che potranno essere inserite nei programmi di manutenzione periodica post-intervento). I consolidamenti che si potranno realizzare sono diversi:

- consolidamento coesivo il prodotto consolidante verrà applicato localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale (consolidamento corticale) per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti: l'obiettivo che si porrà sarà di ristabilire con un nuovo prodotto il legante degradato o scomparso. Le sostanze consolidanti potranno essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti nel materiale (consolidanti inorganici o a base di silicio), oppure sostanze sintetiche (consolidanti organici) estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche; di norma si realizzerà con impregnazione fino al rifiuto;
- consolidamento adesivo con questo termine s'intenderà un'operazione di "rincollaggio" di rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad esempio, un frammento di pietra od uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto e rivestimento. Questo tipo di consolidamento, avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione ovvero, con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Sarà obbligatorio verificare, anche sommariamente, il volume del vuoto da riempire al fine di scegliere la giusta "miscela" da iniettare. Cavità piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavità necessiteranno di betoncini più fluidi con inerti piuttosto fini.

88.2.2 FISSAGGIO E RIADESIONE DI ELEMENTI SCONNESSI E DISTACCATI (MEDIANTE PERNI)

La procedura ha come obiettivo quello di far riaderire parti in pietra staccate o in fase di stacco mediante idonei adesivi sia a base di leganti aerei ed idraulici (calci) sia leganti polimerici (soprattutto resine epossidiche). Si ricorrerà a questa procedura allorché si dovranno incollare, o meglio riaderire, piccole scaglie di materiale, porzioni più consistenti, riempire dei vuoti o tasche associate a un distacco di strati paralleli alla superficie esterna della pietra (dovuti ad es. a forti variazioni termiche). La procedura applicativa varierà in ragione dello specifico materiale di cui sarà costituito l'elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenterà e che occorrerà ridurre e dei vuoti che sarà necessario colmare affinché l'operazione risulti efficace.

Nel caso di interventi su manufatti e superfici particolarmente fragili e degradate e su frammenti molto piccoli, l'adesivo dovrà presentare una densità e un modulo elastico il più possibile simile a quello del o dei materiali da incollare in modo tale che la sua presenza non crei tensioni tra le parti; per la riadesione di pellicole pittoriche, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, sarà opportuno utilizzare una emulsione acrilica al 2-3% diluita in alcool incolore stesa a pennello a setola morbida.

Allorché si dovranno riaderire dei frammenti o porzioni più consistenti, sarà preferibile inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo f 4 mm), in titanio o, se l'incollaggio interesserà parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. La procedura operativa seguirà quella descritta all'articolo sulle stuccature d'elementi lapidei.

In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti più consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l'ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

In ogni caso si ricorrerà ad un impasto d'adeguata tixotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell'adesivo sarà necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto.

Al fine di coprire gli eventuali ponti di resina epossidica, stesi per il consolidamento, si potrà utilizzare un betoncino elastico del colore simile al supporto originario, ottenuto dall'impasto fra polvere della stessa pietra e da un legante copolimero vinildene fluoro-esafluoropropene al 10% in acetone. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, avverrà amalgamando una parte in peso di prodotto con 0,75 parti d'inerte della stessa granulometria e colore dell'originale (in alternativa si potrà utilizzare sabbia silicea con granulometria tra 0,10-1,5 mm e aiutare il colore con pigmenti in polvere) mescolando bene fino ad ottenere una consistenza simile ad una malta. Sarà consigliabile non preparare grandi quantità di stucco al fine di evitare la presa prima della completa messa in opera. Il prodotto sarà completamente reversibile tramite acetone.

88.2.3 SIGILLATURA MATERIALI LAPIDEI (MEDIANTE RESINE SINTETICHE)

La procedura prevedrà l'esecuzione di stuccature delle soluzioni di continuità mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici in soluzione, o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata (in alternativa si potranno utilizzare polveri di cocchio pesto o cariche pozzolaniche). Le resine acriliche non potranno, causa la loro natura termoplastica, essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo epossidico bicomponente (componente A = resina, componente B = indurente, i più utilizzati sono indurenti che reagiscono a temperatura ambiente come gli amminici o ammidici il rapporto tra A e B sarà variabile da 1:1 a 1:4) esente da solventi, dietro specifica indicazione di progetto il composto potrà essere caricato con sabbia silicea (granulometria massima 0,3 mm), filler, quarzo. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. Normalmente il composto di resina epossidica verrà preparato a piè d'opera e, a seconda del tipo di impasto (fluidico, colabile, tissotropico), in relazione alle necessità di progetto, potrà essere applicato a pennello con setole rigide, con spatole o con iniettori in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevedrà, invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico (emulsione acrilica) aggiungendo al lattice non diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la malta estruibile.

La procedura prevedrà, dopo le opportune operazioni preliminari di pulitura, eventuale preconsolidamento di parti particolarmente decoese o distaccate, la predisposizione di opportune protezioni (ad es. delimitazione con nastro di carta) sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare (in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante) e l'esecuzione d'idonee campionature al fine di valutare la quantità e la tipologia del consolidante. Eseguite tutte queste operazioni si potrà procedere alla sigillatura in profondità delle soluzioni di discontinuità mediante l'utilizzo di siringhe (ovvero mediante iniezione sotto leggera pressione 0,1-0,5 atm, quando le fessure da riempire si presenteranno sottili o verticali, o mediante colata, quando le fessure saranno sufficientemente grandi ed orizzontali) o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e frammenti destinate a combaciare nella nuova unione. Durante la procedura sarà opportuno che siano controllate eventuali vie di fuga che potrebbero far percolare il materiale intromesso (specialmente nel caso di uso di resine epossidiche), in tal caso si renderà necessaria l'immediata rimozione con spugne o tamponi umidi se si utilizzeranno maltine a legante acrilico, con acqua e detersivi idonei (ovvero seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore della resina) se invece si utilizzeranno adesivi epossidici. Una volta che sarà verificato "l'intasamento" della fessurazione si potrà passare alla realizzazione di stuccature di superficie costituite da malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate (granulometria 0-1,2 mm), eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate in ogni caso eseguite seguendo la procedura descritta all'articolo sulle stuccature di materiali lapidei.

In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da copolimeri fluorurati e polvere della stessa pietra utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione d'elementi sconnessi e distaccati).

Avvertenze: il rapporto di miscelazione tra resina ed indurente andrà accuratamente rispettato, gli errori di dosaggio tollerabili non dovranno essere superiori al $\pm 5\%$. La miscelazione dei componenti andrà eseguita preferibilmente con miscelatore meccanico e andrà prolungata fino a che non si sarà certi di aver ottenuto una perfetta omogeneità.

88.2.4 CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITÀ MEDIANTE INIEZIONI CON MISCELE LEGANTI

La procedura sarà eseguita al fine di consolidare strati di intonaco, anche affrescato, distaccato dal supporto, così da risarcire le eventuali lesioni e riempire le sacche perimetrali presenti tra il substrato e l'apparecchio retrostante. Prima di procedere al consolidamento vero e proprio sarà necessario effettuare delle operazioni di "saggiatura" preventiva eseguite mediante leggera, ma accurata battitura manuale, (tramite martelletto di gomma o semplicemente con le nocche della mano) sulla muratura al fine di individuare con precisione sia le zone compatte sia delimitare (ad es. con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche"). In alternativa potranno essere individuate le zone di distacco mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva specificata dagli elaborati di progetto.

In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione si eseguiranno delle perforazioni, tramite piccolo trapano a mano (se le condizioni di conservazione del materiale lo consentono si potrà usare trapano elettrico) ad esclusiva rotazione con una punta di circa 2-4 mm (in caso di microconsolidamento si potrà ricorrere all'utilizzo di punteruoli), rade nelle zone ben incollate e più ravvicinate in quelle distaccate; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (in assenza di indicazioni si potrà operare in ragione di 8-10 fori per m²); in genere la distanza tra

loro sarà di circa 40-60 cm mentre, la loro localizzazione, sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata. In caso di distacco d'estensione limitata si potrà procedere all'esecuzione di un unico foro ed eventualmente, di un secondo se necessario per la fuoriuscita dell'aria dalla sacca di distacco durante l'immissione del consolidante.

Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare, attraverso una pera di gomma, gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela. In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e di verificare allo stesso tempo l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire; in presenza di queste fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta "magra", a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.

In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

Risultati soddisfacenti potranno essere raggiunti con miscele formate da 2 parti di calce aerea naturale a basso peso specifico e 1 parte di metacaolino pozzolanico o cocchio pesto superventilato e lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1 parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL 2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm), la miscela sarà diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica (con funzione di colloidale protettore ovverosia tenderà a trattenere l'acqua così da non far "bruciare" prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante), nei casi di distacchi consistenti, con 1 parte di cocchio pesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5 mm).

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque comprese tra l'8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Un'altro composto utilizzabile in ambienti interni e, per piccole cavità (spessore non superiore a 4-5 mm), sarà il caseato di calcio, ottenuto mescolando caseina lattica e grassello di calce; esistono due tipi di "ricette": la prima (alla fiorentina) si comporrà di 1 parte di caseina, 4 parti di grassello di calce, 0,4 parti di resina acrilica in emulsione la seconda, (alla romana) sarà costituita da 1 parte di caseina (gonfiata nell'acqua), 9 parti di grassello di calce 1/5 di dispersione acrilica (allo scopo di elasticizzare l'adesivo); questo composto presenterà sia ottime proprietà collanti sia ottima stabilità nel tempo, ma avrà l'inconveniente di avere tempi d'incollaggio molto lenti. Il caseato di calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo potrà essere indicato per utilizzarlo in ambienti asciutti.

Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa per poi avanzare, una volta che la miscela fuoriuscirà dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

Le iniezioni verranno eseguite, o tramite la punta dell'ago metallico (fori ed aree di modeste dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di maggior dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo. Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (ad es. ritagli di gommapiuma o spugnette tipo Blitz Fix). In caso di iniezione per mezzo di ago metallico sarà consigliabile tamponare il punto di innesto dell'ago con un batuffolo di cotone imbevuto di acqua distillata al fine sia di favorire la riadesione del supporto sia in modo da asportare l'eventuale prodotto in eccesso fuoriuscito dai fori. Per la riadesione di elevate superfici d'intonaco, potrà rilevarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta per un durata variabile di qualche decina di minuti a 12-14 ore in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.

Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si rimanda alla procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone di intervento.

Specifiche sui materiali: l'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che riempirebbe la sacca ma non farebbe riaderire le facce distaccate.

Anche l'iniezione di calci idrauliche naturali potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati potrebbe reagire dando vita a subflorescenze quali thaumasite o ettringite.

88.2.5 VESPAI ORIZZONTALI

L'intervento si rivolge a quei locali interrati o seminterrati che hanno il pavimento a diretto contatto con il terreno umido, che presentano, sia problemi di umidità legati alla condensa, sia dipendenti dalle condizioni termoigrometriche. La procedura si pone come obiettivo quello di isolare il pavimento dalle masse umide del terreno attraverso la formazione di un vespaio orizzontale eventualmente collegato, tramite apposite bocchette, con intercapedine d'aerazione esterna. La suddetta predisposizione di bocchette di ventilazione, potrà essere omessa, sia nei casi in cui il progetto preveda la messa in opera di un massetto di cls, con spessore minimo 10 cm, sul quale stendere una membrana impermeabile a base bituminosa, sia nel caso in cui il riempimento sia costituito da materiale asciutto e termoisolante.

I vespai, dove possibile, dovranno sempre avere sviluppo nord-sud, in modo da garantire un minimo di movimentazione d'aria ed un'altezza minima pari a circa 30-40 cm, ottenibile attraverso uno scavo di sbancamento, eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli strumenti meccanici, o diminuendo l'altezza del locale (maggiori specifiche sulle modalità di scavo potranno essere attinte dagli articoli specifici sugli scavi).

88.2.6 VESPAI A RIEMPIMENTO

Questo tipo di intervento è adottato quando, pur avendo la possibilità di rimuovere la pavimentazione esistente, non risulta possibile effettuare lo scavo necessario per la realizzazione del vespaio aerato; in ogni caso il piano di posa dovrà essere preparato tramite la realizzazione di uno strato di magrone (dosato 1,5 q/m²) di calce idraulica dello spessore minimo di 8-10 cm o, in alternativa, mediante semplice livellamento e battitura del terreno.

Il vespaio sarà ottenuto dall'accostamento di elementi lapidei asciutti, poco porosi, ottenuti da frantumazione di rocce dure, preferibilmente silicee, con struttura compatta; dovranno essere banditi materiali porosi ed assorbenti (tipo calcarei teneri, tufi, arenarie ecc.) e ghiaie di granulometria fine. La disposizione delle pietre (per una altezza di circa 25-30 cm) non dovrà seguire il criterio della massicciata ma, al contrario, gli elementi dovranno essere posizionati in modo accurato collocando gli elementi con dimensioni decrescenti dal basso verso l'alto e facendo sì che si formino delle continuità di spazi tra di essi, spazi che, collegandosi con idonei cunicoli d'aerazione messi in opera rudimentalmente con gli stessi elementi lapidei, nel senso della circolazione determinata dalle bocchette sulle pareti esterne, consentiranno all'aria una libera circolazione.

Al di sopra delle pietre sarà sistemato uno strato di ghiaione o colaticcio di fiume (rifiorimento) di conveniente granulometria (sino ad arrivare al piano prescritto di norma 6-8 cm) al fine, sia di creare una sorta di piano al massetto della pavimentazione, sia di impedire che questo penetrando nel vespaio, occulti gli spazi vuoti predisposti. Il massetto sarà composto esclusivamente di calce idraulica caricata con granulato d'argilla espansa (per uno spessore minimo di 10-12 cm) eventualmente armata con rete elettrosaldata d'acciaio Fe B 38 K adeguatamente dimensionata (per es. tondi f 6 mm e maglia 200x200 mm). L'intervento terminerà con la messa in opera d'idonea membrana bituminosa (spessore 10 mm) e del successivo pavimento con relativo sottofondo. Sarà sempre opportuno far salire, verticalmente, la guaina per almeno 20-30 cm sulle pareti d'ambito; nel caso in cui gli elaborati di progetto non dovessero prevedere il rifacimento dell'intonaco o in presenza di apparecchio "faccia a vista", la guaina potrà essere tagliata subito al di sotto della quota del pavimento.

Art.89. SISTEMAZIONE AREA A VERDE: TERRE RINFORZATE CON GEOGRIGLIE IN HDPE

In corrispondenza del monumento al marinaio è prevista la sistemazione a verde del pendio.

Tale intervento sarà realizzato con strutture di sostegno o sottoscarpa con paramento inclinato secondo indicazioni progettuali eseguite con la tecnologia dei terrapieni rinforzati con geogriglie estruse monolitiche a giunzione integrale al 100% in HDPE di resistenza a trazione dipendente dalle caratteristiche geometriche del rilevato, dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno, dai carichi agenti sul rilevato stesso e da eventuali sollecitazioni sismiche. Le geogriglie sono contenute da un cassero di guida e di appoggio "a perdere" in rete elettrosaldata e rivestite internamente in facciata da un Feltro vegetativo preseminato antierosivo.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- ISO 9864 : Determinazione della massa areica
- EN ISO 10319: Prova di trazione a banda larga
- EN ISO 13431: Determinazione del comportamento a rottura
- GRI-GG2: Resistenza delle giunzioni

Le Geogriglie dovranno essere marcate CE in conformità alle norme:

- EN 13249: Costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico
- EN 13250: Costruzione di ferrovie
- EN 13251: Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

MATERIALI

- Le geogriglie, realizzate al 100% in polietilene ad alta densità (HDPE) proveniente da aziende qualificate e certificate, sono stabilizzate agli UV mediante impiego di carbon black. La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, deve essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:
- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3,00 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze oltre i 3,00 m fino a 6,00 m;
- da 45 a 120 kN/m per altezze oltre i 6,00 m fino a 9,00 m;
- da 45 a 160 kN/m per altezze oltre i 9,00 m.

- Cassero di guida e di appoggio "a perdere", realizzato mediante piegatura meccanica di un foglio di rete elettrosaldata (\varnothing 8mm maglia 15x15cm) corredato di Tiranti e Picchetti.
- Feltro vegetativo preseminato.

MODALITA' DI ESECUZIONE

Il materiale di rinforzo reso in rotoli deve essere movimentato con muletto o escavatore facendo attenzione a non danneggiare la struttura. Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e per nessun motivo deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore. Una volta installato deve necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 4 mesi.

Procedure d'installazione del sistema cassero + geogriglia + feltro antierosivo:

- 1) Preparare il piano di fondazione effettuando eventuali sbancamenti; asportare eventuali radici, sassi o detriti che possono trovarsi in loco, rullare e compattare. Se previsto realizzare uno strato drenante di base. Eseguire il tracciamento del rilevato.
- 2) Posizionare e allineare i casseri in rete elettrosaldata collegandoli tra loro con filo di ferro o fascette tipo strozzacavo elettrico in plastica.
- 3) Svolgere i rotoli di geogriglia di rinforzo e tagliare le stesse con un cutter secondo le lunghezze indicate in progetto: la lunghezza del taglio è determinata dalla profondità di ancoraggio, dal risvolto in facciata (circa 0,70m) e dal risvolto superiore (circa 1,50m).
- 4) Posizionare all'interno dei casseri in rete elettrosaldata i tagli di geogriglia di rinforzo adagiandoli sul piano di fondazione in strati orizzontali e perpendicolari al fronte ancorandoli al terreno con ferri sagomati a "U"; la geogriglia di rinforzo deve essere ben aderente alla facciata interna del cassero in rete elettrosaldata lasciando la porzione terminale temporaneamente esterna al cassero stesso (tale porzione deve corrispondere alla lunghezza stabilita per il risvolto superiore (1,50m ca).
- 5) Posizionare il feltro antierosivo foderandone internamente il risvolto in facciata della geogriglia di rinforzo; posizionare i tiranti di irrigidimento del cassero (ca 1 ogni 0,45m).
- 6) Stendere il terreno di riempimento previsto e fornito a piè d'opera sopra le geogriglie di rinforzo in strati dello spessore di circa 0,30m: in prossimità della facciata è consigliabile l'utilizzo di terreno vegetale per circa 0,50/0,30m.
- 7) Compattare fino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore al 95% dello Standard Proctor. In prossimità della facciata (per circa 1,00m) la compattazione deve avvenire mediante vibro-costipatore o piastre vibranti; nella zona retrostante si utilizzino rulli compattatori di idonee capacità.
- 8) Completato il riempimento, risvoltare verso l'interno la porzione di geogriglia di rinforzo tenuta precedentemente esterna al cassero in rete elettrosaldata; tenderla leggermente e ancorarla al terreno utilizzando ferri sagomati a "U".
- 9) Ripetere le operazioni 1-8 fino ad opera ultimata.

SOGGEZIONI AMBIENTALI

Misure tecniche di protezione:

Temperatura di stoccaggio	< 40°C
Temperatura di trasporto	< 40°C
Temperatura di carico/scarico	> -5°C

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

L'elemento di rinforzo è costituito da una geogriglia a una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture, di forma allungata, che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche della geogriglia ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. La resistenza a trazione delle giunzioni deve essere pari ad almeno l'80% della resistenza massima a trazione (GRI-GG2).

Le Geogriglie dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Durabilità minima prevista di 120 anni in terreni naturali con $1.6 < \text{pH} < 13$ e temperature fino a 40°C sulla base dei relativi risultati delle prove di Laboratorio.
- Devono inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante additivi quantitativi di nerofumo.

Art.90. OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Gli interventi proposti consistono in:

1. demolizione del pozzetto esistente in cui giungono le acque raccolte dai piazzali sovrastanti la banchina;
2. demolizione dello scatolare esistente, sia del tratto in pendenza che di quello sottostante la pavimentazione della banchina;
3. realizzazione di due pozzetti di salto, tra loro collegati da elementi prefabbricati, che consentono di passare dalla quota di scorrimento in corrispondenza dell'inizio della scarpata, adiacente al monumento al marinaio, alla quota di scorrimento in corrispondenza dell'attraversamento della banchina;
4. posa di tratti sub orizzontali in elementi prefabbricati, in calcestruzzo armato vibrato con incastro maschio-femmina, di dimensioni interne $100\text{cm} \times 50\text{cm}$ e spessore delle pareti 12cm , sia per il collegamento dei due pozzetti di salto sia per il tratto immediatamente al disotto dei massi di pavimentazione della banchina.

Gli elementi scatolari prefabbricati saranno realizzati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompreso a sezione rettangolare interna, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere e con anello di tenuta in gomma conforme UNI EN 681-1. I manufatti dovranno essere costruiti in conformità alle Norme DIN 4263, UNI 8981 e UNI 8520/2 per carichi stradali di prima categoria. Tali manufatti saranno posati su un'ideale soletta in misto stabilizzato di spessore 20cm . La soletta dovrà risultare perfettamente piana per consentire la corretta posa in opera dei manufatti e dovrà avere uno spessore minimo di 20cm . I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per la posa dei manufatti saranno sigillati con apposite malte espansive.

I pozzetti di salto, di dimensioni interne $200\text{cm} \times 150\text{cm}$, altezza $4,70\text{m}$, saranno in calcestruzzo armato con soletta di copertura poggiata su anello terminale piatto, confezionato con inerti selezionati di appropriata granulometria e basso rapporto acqua cemento, $R_{ck} 25 \text{ N/mm}^2$, con utilizzo di cemento tipo CEM I 42,5 R ed armatura in rete elettrosaldata $\phi 8$ maglia $20 \times 20 \text{ cm}^2$;

Le pareti avranno spessore 15cm e la platea piana, in calcestruzzo armata, non inferiore a 10cm .

Ciascun pozzetto di salto dovrà essere rivestito, nelle parti più esposte alla corrente, con materiale resistente all'abrasione, quali rivestimento in gomma in neoprene o XNBR (carbossilata) o similare. Al fine di consentire l'accesso a manutentori si dovrà prevedere l'installazione di chiusini in ghisa e scaletta di discesa.

90.1 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI APPARECCHI E DEGLI IMPIANTI A FLUIDO

La verifica e le prove preliminari degli apparecchi e degli impianti a fluido di cui appresso si devono effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultano completate prima del certificato di ultimazione dei lavori:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale corrisponda alle prescrizioni contrattuali quantitativamente e qualitativamente;
- b) prova idraulica delle tubazioni di drenaggio delle acque meteoriche, per accertare che le condutture non diano luogo, nelle giunzioni, a perdite. Questa prova sarà eseguita prima della chiusura delle tracce, dei rivestimenti e pavimenti e realizzata ad una pressione di 3 m di colonna d'acqua.
- c) La prova idrostatica deve essere condotta ad una pressione di $1,6 \text{ MPa}$ per una durata di 2h .

La verifica e le prove preliminari di cui sopra si devono eseguire dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale.

Il Direttore dei Lavori, ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati perché non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato, emette il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

Resta inteso che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, la ditta assuntrice rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo, e fino al termine del periodo di garanzia come descritto negli articoli seguenti.

CAPO XIII. PROCEDURE OPERATIVE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Art.91. CONSOLIDAMENTO CON OPERE DI SOSTEGNO E FONDAZIONE

91.1 OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO FONDAZIONI

91.1.1 GENERALITÀ

Preventivamente a qualsiasi intervento riguardante operazioni di tipo statico e strutturale, sarà necessario verificare la consistenza delle strutture di fondazione e la natura del terreno; a tale scopo si dovranno effettuare saggi verticali in aderenza alle murature perimetrali che, se non diversamente indicato dalla D.L., dovranno avere dimensioni tali da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta (almeno 100-150 cm). Le opere di scavo dovranno essere correlate da idonee opere provvisorie relazionate alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta.

Nel caso in cui l'analisi denunci strutture non più efficienti, sotto specifiche indicazioni della D.L., dovrà essere operato il preconsolidamento delle stesse (iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione).

A scavo ultimato sarà possibile operare un'analisi puntuale sulle strutture (stato conservativo, tecnica di messa in opera ecc.); tale analisi potrà essere correlata, se necessario, da indagini geotecniche e geofisiche grazie alle quali si potranno ricavare informazioni utili riguardanti sia la natura del terreno sia l'eventuale presenza di sottomurature, platee ecc. La profondità di indagine sarà in funzione del carico e della larghezza delle fondazioni in modo da poter verificare se la natura del cedimento sia da imputare alla resistenza a compressione dello strato superficiale, alla consistenza degli strati sottostanti, alla subsidenza del terreno, alla presenza di falde freatiche o ad altre cause ancora. I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotte nei modi stabiliti dal CM del 6 novembre 1967, n. 3797 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), dal DM 21 gennaio 1981 e dalla successiva CM 3 giugno 1981, n. 21597 e con le modalità contenute nelle "Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

91.1.2 SOTTOFONDAZIONE CON MICROPALI

La procedura utilizzerà pali di sezione ridotta, con un f variabile da 60 a 300 mm, realizzati attraverso la foratura della fondazione esistente (mediante sonda a rotazione munita di corona diamantata) fino al terreno sottostante e proseguendo in profondità fino a raggiungere strati che presentino una sufficiente resistenza. Le trivelle utilizzate permetteranno di perforare, secondo le prescrizioni di progetto, sia in direzione verticale sia inclinata (angolo variabile da 5° a 30°). L'uso di questa tecnica altererà minimamente la compattezza delle murature interessate e ridurrà al minimo il disturbo nei terreni attraversati, costituendo con essi un unico complesso resistente a sollecitazioni di sforzo normale di compressione, di trazione e di sforzo tagliante. In questo modo si andrà a costituire quella che verrà chiamata "terra armata" e questo, grazie alla opportunità di orientare in diverse direzioni i micropali, portando così a far collaborare una più ampia porzione di terreno profondo.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere del tipo prescritto negli elaborati di progetto e dovrà risultare esente da porosità od altri difetti; il cemento utilizzato, se non diversamente specificato, sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno. In nessun caso dovrà essere consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro; inoltre si dovranno predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni. Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'eventuale estrazione del tubo-forma.

L'introduzione del conglomerato nel foro dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità od segregazione. Il costipamento del getto dovrà essere effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, dovranno essere preventivamente concordati con la D.L. Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano l'immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando, comunque, tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei dal corpo del palo.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non dovrà superare 5 cm e l'inclinazione, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 2%; per valori di scostamento superiori ai suddetti, la D.L. deciderà se scartare i pali che dovranno eventualmente essere rimossi e sostituiti; inoltre a giudizio della D.L., i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

91.1.3 SOTTOFONDAZIONE CON JET GROUTING

Il consolidamento dei fondali su cui si andrà a posizionare il nuovo muro di banchina deve avvenire mediante la tecnica del Jet Grouting. Si dovranno ottenere colonne di terreno consolidato di diametro minimo reso pari a 80 cm ottenuto per iniezione di miscela cementizia, con classe di esposizione XS2, ad alta pressione fino a raggiungere una resistenza a compressione monoassiale per il terreno trattato di 5 MPa ed una portanza per la colonna pari a 0.5 MPa. In caso di uso di bentonite durante il trattamento, la malta deve essere miscelata con additivo disperdente. La perforazione eseguita senza asporto del materiale, e si deve garantire la copertura dell'area trattata con geotessile durante l'esecuzione, al fine di evitare la dispersione di malta adoperata per il jet grouting nel mare.

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante l'impiego di una miscela legante di acqua-cemento-bentonite immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla Direzione Lavori.

È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, composto da una miscela di acqua, cemento ed eventualmente bentonite. Se tale miscela prevede l'impiego della bentonite dovrà essere opportunamente additivata con l'impiego di un additivo disperdente liquido a base di polielettrolita sintetico tanto da garantire la corretta dispersione ed omogeneizzazione della miscela (tipo MAPEDISP FLS della MAPEI o similare); l'impiego di un polimero cellulosico naturale biodegradabile (tipo VISCOFLUID JET5000 della MAPEI o similare) oppure facendo ricorso a prodotti completi già formulati (malte cementizie da iniezione Idrocal XS2 o similari) è comunque da prevedere per garantire alla miscela di acqua e cemento l'assenza di segregazione, bleeding e la giusta sospensione delle particelle fini della miscela ed evitare al tempo stesso la formazione di grumi con conseguente riduzione della produttività.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento di tipo 42.5 (UNI 197-1), in un rapporto compreso tra 0,7-1 con l'eventuale aggiunta di bentonite nell'ordine max del 5% sul peso del cemento e con impiego di additivi disperdenti secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle vigenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo Norme;
- tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica;
- che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%;
- la lunghezza non dovrà differire di ± 15 cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale ± 100 mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche;
- posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

91.1.4 PALI TIPO RADICE

Le perforazioni, saranno eseguite con l'ausilio di idonei sistemi ed attrezzature a rotazione preventivamente approvati da parte della D.L. (comunque di dimensioni contenute) e rapportate al tipo di terreno, utilizzando una colonna di tubi in metallo, (fino al raggiungimento della quota prevista dagli elaborati di progetto) percorsa da una corrente fluida (in genere fango di betonite rapporto betonite-acqua 0,05-0,08) al fine di consentire la risalita dei detriti nell'intercapedine tra tubi e terreno. Al termine della perforazione il foro dovrà essere interamente rivestito e pieno del fluido usato.

Il foro dovrà essere armato, seguendo le disposizioni di progetto, con un solo tondino di acciaio ad aderenza migliorata B450C di grosso diametro (ad es. f 20-26 mm) se il palo avrà un diametro massimo pari a 80 mm ovvero, dove necessiterà una maggior portanza e per pali di diametro maggiore (fino ad un massimo di 250 mm) con una gabbia costituita da barre verticali di acciaio ad aderenza migliorata B450C unite da una staffa a spirale (ad es. 4 f 16-18 mm con staffa f 8-10 mm). Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo. Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire un'adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di circa 2-4 cm. Le eventuali gabbie d'armatura dovranno essere verificate, prima della posa in opera, dalla D.L. La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla D.L. e riportata su apposito registro giornaliero.

Congiuntamente all'armatura, andrà introdotto un secondo tubo attraverso il quale avverrà il pompaggio dal basso (ad una pressione superiore a quella litostatica esistente alla quota di intervento ed impiegando una quantità di miscela pari a fino a 5-6 volte il volume del foro del micropalo), della malta cementizia ritenuta più idonea dalla D.L. (in genere microconglomerato dosato a 500-600 kg/m³, con un rapporto acqua-cemento < di 0,5 ed una resistenza di 35 N/mm², gli inerti saranno costituiti da sabbie fine e lavate) che, risalendo, estrometteranno il fluido di perforazione avente un peso specifico minore del cls.

Una volta che la malta sarà arrivata in superficie si rimuoverà il "controtubo" e si procederà all'estrazione graduale del rivestimento applicandovi in testa una pressione d'aria (generalmente < a 5-6 atm) che provocherà modeste espansioni del getto e che penetrerà nei terreni circostanti in corrispondenza degli strati più soffici. La procedura sarà, di tanto in tanto interrotta al fine di permettere lo svitamento della sezione di tubo estratto e per ripristinare il livello di malta entro il tubo ancora in opera.

91.2 OPERE DI SOSTEGNO

91.2.1 PALIFICATE DI CEMENTO ARMATO E DI ACCIAIO

Si premette che per i criteri di progetto, le indagini geotecniche e la determinazione dei carichi limite ed ammissibile del singolo palo o della palificata devono essere conformi alle vigenti norme tecniche e che anche le caratteristiche dei diversi materiali impiegati nella costruzione dei pali devono risultare conformi a quanto prescritto dalle normative.

Prima di iniziare il lavoro d'infissione (o di trivellazione) l'Impresa esecutrice deve presentare: la pianta della palificata con l'indicazione alla posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo; un programma cronologico di infissione (o di trivellazione) dei pali, elaborato in modo tale da eliminare o quanto meno minimizzare gli effetti negativi dell'infissione (o della trivellazione) sulle opere vicine e sui pali già realizzati.

Per l'infissione dei pali possono essere impiegati battipalo con maglio a caduta libera, battipalo a vapore ad azione singola, battipalo a vapore a doppia azione, battipalo diesel, battipalo a vibrazione.

I pali di qualsiasi tipo devono essere realizzati secondo la posizione e le dimensioni fissate nei disegni di progetto con la tolleranza – sulle coordinate planimetriche del centro del palo – del 10% del diametro del palo, e comunque non oltre i 10 cm per pali di medio e grande diametro e non oltre i 5 cm per pali di piccolo diametro.

Il calcestruzzo occorrente per la costruzione dei pali può provenire anche da appositi impianti di confezionamento, purché i prelievi per le prove di accettazione regolamentari vengano eseguiti nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto e siano osservate – per quanto applicabili – le prescrizioni della norma vigente. Gli additivi eventualmente impiegati negli impianti di confezionamento devono risultare chiaramente indicati e comunicati alla Direzione dei lavori cui spetta riconoscerne l'ammissibilità sulla base di una idonea documentazione anche sperimentale.

Il calcestruzzo per la formazione dei pali va messo in opera con modalità dipendenti dalle attrezzature impiegate e in maniera tale che risulti privo di altre materie, specie terrose.

Nei pali trivellati di grande diametro, per garantire un corretto e completo riempimento dei fori predisposti, il calcestruzzo deve avere uno slump compreso tra i valori di 160 e 200 mm.

Un articolo successivo fissa i criteri e le modalità da seguire nelle prove di carico sui pali di fondazione.

91.2.2 PALI DI CEMENTO ARMATO PREFABBRICATI E INFISSI

I pali prefabbricati di calcestruzzo armato sono costituiti da elementi pieni o cavi a sezione circolare, poligonale, costante o variabile sulla lunghezza.

L'estremità inferiore del palo prefabbricato di cemento armato è, in generale, protetta e rinforzata da puntazze o piastre metalliche, la cui configurazione dipende dalla natura e dalle caratteristiche dei terreni da interessare con la punta.

Questi pali debbono essere battuti fino a rifiuto con un maglio del peso da calcolare in funzione delle dimensioni e del peso del palo, nonché della natura del terreno attraversato.

Il "rifiuto" si intende raggiunto quando l'affondamento del palo provocato da un maglio, che cade ripetutamente dalla medesima altezza per un determinato numero di volte, non superi il limite calcolato.

Qualora durante l'infissione del palo si verificassero in questo lesioni, scheggiature, guasti di qualsiasi genere o deviazioni che, a giudizio del Direttore dei lavori, non fossero tollerabili, il palo stesso deve essere rimosso ed allontanato dal cantiere e sostituito da altro palo da infiggere in posizione idonea a totale spesa dell'impresa esecutrice.

I pali di cemento armato prefabbricati devono essere proporzionati ed armati in modo da far fronte, con piena sicurezza, alle sollecitazioni a cui i pali sono soggetti durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione, oltre naturalmente alle sollecitazioni di esercizio; inoltre, ai sensi delle Norme tecniche trattandosi di manufatti prefabbricati prodotti in serie, ogni fornitura dovrà essere accompagnata anche da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.

Per quanto concerne le prescrizioni di carattere generale riguardanti il tracciamento delle palificate ed i materiali impiegati nella costruzione dei pali si rinvia ai precedenti articoli ed ai disegni allegati al progetto.

Le prove di carico sui pali devono essere condotte in conformità di quanto fissato dal successivo articolo.

91.2.3 PALI DI CEMENTO ARMATO GETTATI IN OPERA E BATTUTI

I pali di cemento armato gettati in opera e battuti sono eseguiti infiggendo nel terreno fino alla profondità voluta una cassaforma estraibile costituita da un tubo d'acciaio con tappo inferiore, ponendo in opera l'eventuale armatura e procedendo, infine, al getto del calcestruzzo man mano che il tubo-forma viene estratto.

Il confezionamento e la posa in opera della gabbia di armatura (inserita all'interno del tubo prima dell'inizio del getto) devono essere eseguiti in maniera tale da assicurare la continuità delle armature.

Il calcestruzzo può essere messo in opera con tubo-getto o con benna munita di fondo apribile o con pompa.

Il getto del calcestruzzo deve avvenire all'asciutto e con modalità tali da evitare fenomeni di sifonamento, mantenendo di regola un'appropriata altezza di calcestruzzo al di sopra dell'estremità inferiore del tubo-forma.

Il calcestruzzo può essere compattato per battitura o a pressione. Il sollevamento del tubo-forma deve essere eseguito in modo da evitare il trascinarsi del calcestruzzo.

Per l'esecuzione dell'eventuale bulbo od espansione di base, dopo raggiunta con l'estremità inferiore del tubo la quota stabilita, senza ritirare o sollevare il tubo-forma, si getteranno in opera piccole quantità di conglomerato cementizio da comprimere energicamente con maglio del peso non inferiore a quello del maglio impiegato per la battitura del tubo-forma fino ad ottenere un rifiuto ammissibile. Si procederà poi alla esecuzione del fusto gettando nel foro il calcestruzzo e sollevando gradatamente il tubo con tutti gli accorgimenti necessari per evitare l'ingresso dell'eventuale acqua di falda.

Per il tracciamento delle palificate e le caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione dei pali si rinvia a quanto fissato nei precedenti articoli sui materiali e sui disegni esecutivi.

91.2.4 PROVE DI CARICO SUI PALI

Nell'esecuzione delle prove di carico sui pali per la determinazione del carico limite del palo singolo o per la verifica del comportamento dei pali realizzati (prove di collaudo) devono essere rispettate le vigenti norme.

Pali di prova: Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero di 2; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite. Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori 3 volte superiori al carico assiale previsto, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico: Per le prove di collaudo i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due. Le prove di collaudo dei pali devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo. L'Impresa è tenuta, su indicazione del direttore dei lavori, ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'impresa.

91.2.5 PARATIA DI PALI IN C.A.

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie, preventivamente approvata dalla direzione dei lavori. Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo. Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui la esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio; Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibrator; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi che la confezione del palo. Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua. L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso precedere lo scavo. Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc. L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento. In nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. L'operazione di getto deve avvenire con la tecnica del tubo jet, in maniera da proteggere il getto dal dilavamento.

L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio, di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza, senza interruzioni. Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.

I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

A giudizio della direzione dei lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti, a spese dell'appaltatore.

Il conglomerato cementizio da destinarsi alla realizzazione dei pali di fondazione dovrà rispondere a quanto previsto nella norma UNI EN 206; nello specifico si farà riferimento ad una classe di esposizione ambientale XS3, una classe di resistenza non inferiore alla C40/45, una classe di lavorabilità al momento del getto S5 ed una Dmax dell'aggregato non superiore a 25mm.

Inoltre, si prescrive l'adozione di un cemento conforme alla norma UNI 197-1 e specificatamente di tipo III (Altoforno) o IV (Pozzolatico) e l'impiego di additivi superfluidificanti a base di polimeri acrilici non solfonati capaci di garantire la produzione di calcestruzzi di elevata qualità e durabilità.

Le armature devono essere in acciaio tipo B450C, in numero e posizione perfettamente corrispondenti a quanto indicato negli elaborati progettuali.

91.2.6 PARATIA BERLINESE DI MICROPALI

Si dovranno realizzare micropali (secondo le disposizioni precedentemente imperative) disposti a paratia berlinese con disposizione lineare o a quinconce, secondo i disegni del progetto, per salvaguardare la statica del terrapieno a tergo del muro di banchina; i micropali in funzione del dimensionamento tecnico avranno le seguenti caratteristiche - diametro reso minimo di 200 mm ed armature tubolari valvolate secondo le indicazioni riportate nei disegni del progetto.

La perforazione dei micropali sarà eseguita a tergo del muro di banchina secondo la tecnica della rotazione utilizzando, se necessario, un tubo di armatura (camicia) per reggere le pareti di scavo, lo spurgo del materiale di perforazione avverrà introducendo nel foro dell'acqua o dell'aria, a seconda della soluzione più opportuna in funzione dei terreni da superare, e procedendo con la massima attenzione al fine di ridurre le vibrazioni sul muro di banchina.

Successivamente verrà introdotto nel foro eseguito, fino alla quota progettuale prevista, il tubo di acciaio di armatura, quindi si provvederà all'intasamento del micropalo con miscela a base cementizia per la stabilizzazione delle pareti del foro praticato. Una volta eseguiti i micropali verticali, sulla testa verrà eseguita una trave/cordolo per il collegamento di tutti i tubi di armatura, quindi a maturazione avvenuta, si provvederà allo sbancamento previsto per la posa dei tiranti di ancoraggio provvisori.

I pali dovranno avere diametro minimo di 200 millimetri e massimo pari a 250 millimetri, previo consenso della DL, ed il getto del palo deve essere fatto con malte di cemento iniettate a pressione.

L'armatura è costituita da elementi tubolari d'acciaio.

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche: 5 cm
- sulla verticalità: 2%

il diametro dell'utensile di perforazione deve risultare non inferiore al diametro nominale del micropalo. La perforazione dovrà essere eseguita a distruzione, a rotazione o rotoperussione, secondo il tipo di terreno da attraversare, secondo le indicazioni della DL.

La circolazione di aria o schiuma non può essere utilizzata attraversando terreni non lapidei al di sotto del livello di falda.

L'adozione di un rivestimento metallico provvisorio a sostegno delle pareti può risultare necessaria o meno in relazione al tipo di terreno attraversato o della tecnica di perforazione adottata. Il rivestimento è d'obbligo nelle perforazioni per micropali da iniettare a bassa pressione. La trivellazione può in certi terreni essere eseguita anche con elica continua senza fluido in circolazione. La perforazione deve essere comunque condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto, in particolare deve essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro e sulle strutture adiacenti.

Al termine della perforazione il foro viene accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo deve assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di formazione della guaina, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi continui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo la perforazione di ciascun micropalo. In caso contrario la perforatrice dovrà restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere quindi alla pulizia del preforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

La miscela cementizia, sotto il profilo prestazionale deve garantire almeno i seguenti requisiti:

Miscela cementizia esente da sali solubili in acqua, con classe di esposizione XS3 (UNI EN 206), classe di resistenza minima R35/45 con additivi espansivi, consistenza molto fluida, con aggiunta di inerti fini (sabbie pulite), iniettata a più riprese (Tipo IRS). Tubi armatura per micropali in acciaio Fe510.

Le armature metalliche devono essere in acciaio Fe510, estese a tutta la lunghezza del micropalo e devono sporgere di quanto definito dal progetto dalla quota testa micropalo, finito e scapitozzato, in modo da immorsarsi nella fondazione.

Si devono usare tubi di acciaio senza saldatura longitudinale. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo possono essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso di getto del micropalo ad alta pressione i tubi di armatura devono essere dotati di apposite valvole, 2 o 3 ogni metro lineare, per l'iniezione. Essi devono essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole devono essere costituite da manicotti di gomma di spessore minimo di 3.5 mm aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

In alternativa l'Appaltatore può sottoporre all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori l'impiego di tipi di valvole brevettate o comunque sperimentate, fornendo la relativa documentazione tecnica ed esempi di lavoro svolti. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Le armature tubolari devono essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

91.2.7 REALIZZAZIONE DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO ALLA TESTA DEI MICROPALI

Trave in conglomerato cementizio armato, dotato di cordolo di contenimento del pacchetto stradale ed eventuali cavedi e predisposizioni per la ricostruzione delle recinzioni esistenti, dei guard rail, delle fondazioni dei pali, degli armadietti ospitanti quadri di controllo dei servizi vari o contatori, di camerette di raccolta delle acque, cavidotti o quant'altro preesistente e necessario. Tale intervento sarà costituito dalle

seguenti fasi di lavorazione:

- Getto di magrone per base di lavoro (fornitura e posa);
- Realizzazione di armatura secondo gli schemi di progetto, casseratura, getto (comprensivi di fornitura e posa) e successiva vibratura del calcestruzzo per la realizzazione della trave di testa dei micropali e dei tiranti come da progetto;
- Ove necessario realizzazione di cordolo di contenimento del pacchetto stradale (armatura, casseratura, fornitura e getto del calcestruzzo e successiva vibratura);

- Sistemazione del settore di versante direttamente interessato dalla realizzazione del cordolo di testa in c.a. previsto in progetto, con recupero dei prodotti di perforazione, sfridi, avanzi di lavorazione, percolamenti superficiali di boiaccia, per il ripristino dei luoghi allo stato iniziale.
- Il calcestruzzo da adottare nelle travi di coronamento deve avere le seguenti caratteristiche: Calcestruzzo con classe di esposizione XS3 (UNI EN 206-1), rapporto massimo acqua/cemento pari a 0,45; classe minima di resistenza C35/45; contenuto minimo di cemento 360 Kg/m³. Copriferro di 50 mm (UNI EN 206). L'Acciaio per le armature deve essere di tipo B450 C.

91.2.8 ANCORAGGI E TIRANTI

I tiranti di ancoraggio devono essere eseguiti ad iniezioni ripetute, del tipo definitivo, costituiti da trefoli in acciaio armonico da Ø 15 mm, inseriti nel terreno, ad esso ancorati nel tratto terminale mediante il bulbo realizzato con iniezione di malta cementizia antiritiro eseguita a più riprese, nella quantità necessaria per dare il tirante perfettamente iniettato in modo da assicurare la portata di progetto. Il foro deve essere eseguito con perforazione sub-orizzontale (15°) in foro da Ø 150 mm. a Ø 160 mm, con tubo in PVC 27/32 valvolato in corrispondenza del bulbo, sacco otturatore per separare il tratto di bulbo dalla parte libera e distanziatori dei trefoli per far assumere al tirante la caratteristica forma sinusoidale nel tratto ancorato; deve essere effettuata la predisposizione anticorrosiva mediante ingrassaggio e inguainatura dei trefoli su tutto il tratto libero.

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,2 volte la prevista forza di esercizio.

La perforazione per i tiranti avverrà introducendo un'asta di perforazione nel muro, per la lunghezza prevista, utilizzando la stessa tecnica usata per la perforazione dei micropali.

Una volta raggiunta la lunghezza prevista, si introdurrà un tirante composto da più trefoli di acciaio, precedentemente confezionato, successivamente il tirante sarà fissato al terreno riempiendo il foro di perforazione con una miscela di acqua e cemento confezionata in cantiere.

91.2.9 RIFACIMENTO OPERE NON ESEGUITE A REGOLA D'ARTE

L'Impresa è tenuta ad eseguire i lavori a perfetta regola d'arte secondo i dettami ultimi della tecnica e a fornire materiali rispondenti a quanto determinato nel Capitolato e nei suoi allegati: tutte le opere e tutte le somministrazioni che, a giudizio della Direzione Lavori non siano state eseguite a perfetta regola d'arte, oppure non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a spese dell'Impresa, senza oneri aggiuntivi.

Art.92. CONSOLIDAMENTO MURATURE

92.1 PREMESSA METODOLOGICA

Le tecniche d'intervento per il consolidamento delle strutture in muratura devono essere prescelte in riferimento a delle riflessioni operate sulla prioritaria necessità di salvaguardare testimonianze della tradizione edile rappresentative non solo per se stesse ma anche di un insieme accomunato dagli stessi aspetti caratterizzanti; quindi, pur tenendo conto delle necessità imposte dalle normative vigenti riguardo agli adeguamenti strutturali e, soprattutto, sismici dovrà essere fatta particolare attenzione al fine di non stravolgere la struttura al punto di perdere la sua originale conformazione. La richiesta e la necessità di ridare "sicurezza" ed efficienza alla costruzione, non dovrebbe comportare necessariamente il mutamento, in alcuni casi, radicale degli aspetti costruttivi dell'apparato murario, così come erroneamente accade sovente, dove i setti portanti vengono privati dell'originale funzione strutturale e trasformati in tamponature di "rassicuranti" aggiunte strutturali in cemento armato. L'intervento di consolidamento non deve tradursi nell'introduzione di strutture che pur garantendo una elevata resistenza meccanica risultano corpi estranei per la muratura; l'incompatibilità materica genera un ibrido strutturale che difficilmente può mantenere un comportamento solidale in presenza di sollecitazioni. Questo dato comprovato in riferimento ad interventi passati decisamente intrusivi ha fatto riflettere su come sia sconsigliabile attuare a priori un consolidamento prescindendo dalla conoscenza dei materiali e della rispettiva tecnica costruttiva di messa in opera.

L'intervento dovrà, infatti, essere redatto in riferimento a delle indagini preventive indirizzate all'effettiva conoscenza della struttura, gli approfondimenti dovranno essere di tipo storico indispensabili sia al fine di capire a fondo la tecnica costruttiva sia per poter delineare la panoramica dei vari avvicendamenti subiti nel corso degli anni come, ad esempio, interventi precedenti relazionati a problemi congeniti o legati ad eventi sismici mentre, quelli di natura diagnostica saranno finalizzati alla conoscenza del reale stato conservativo dei materiali. Delle diverse tipologie di indagini diagnostiche sarà preferibile ricorrere a quelle non distruttive onde evitare asportazioni, anche se ridotte, di materiale che in alcuni casi potrebbero implicare l'aggravarsi del precario equilibrio strutturale. La fase conoscitiva della struttura dovrà essere in grado di rilevare i punti critici, quelli più delicati, la presenza di cavità, discontinuità materiche, vuoti ecc. al fine

di poter modificare l'intervento adattandolo secondo le necessità dettate dalla struttura. Capire, inoltre, le eventuali sollecitazioni che potranno colpire la struttura in tempi futuri, aiuterà a definire interventi puntuali e, soprattutto, cautelativi in modo da rendere meno vulnerabile l'organismo nei confronti di futuri stati tensionali. Notizie utili potranno essere ricavate anche, dalla lettura stratigrafica delle murature poiché i dati ricavati potranno svelarci il susseguirsi delle attività antropiche avvallando o smentendo quanto desunto dalle notizie storiche.

Tenendo presente che le diverse tecniche costruttive cambiano, in base al periodo di costruzione, da luogo a luogo relazionandosi, alla tipologia di materiale locale disponibile, al reperimento dello stesso e soprattutto in diretta connessione con l'abilità delle maestranze nell'eseguirle per cui, non è da escludere rilevare di ogni tecnica varianti sostanziali per cui nonostante le numerose analisi e ricerche preventive operate, considerata la concomitanza di questi fattori, la messa a punto dell'intervento potrà concretamente essere operata solo a cantiere aperto interagendo materialmente con la struttura. Il consolidamento, dovrà tenere conto dei fattori principali che hanno caratterizzato la resistenza e il comportamento statico della muratura tra i quali: la natura dei materiali, la caratteristica delle malte di allettamento, la tipologia di messa in opera e la sezione della muratura.

A parità di tipologia di dissesto, tra le varie risoluzioni disponibili, il tecnico dovrà scegliere quella più confacente la specifica tipologia di apparecchio murario da consolidare; le eventuali sostituzioni di porzioni eccessivamente ammalorate o l'introduzioni di elementi di irrigidimento dovranno essere operate non solo nel pieno rispetto della struttura ma soprattutto tenendo conto dei limiti imposti dalla sua intrinseca conformazione e comunque, laddove l'irrigidimento strutturale, per ovvie ragioni pratiche relazionate al caso specifico, non potrà essere realizzato in piena rispondenza di quanto sino ad ora esposto potrà risultare consona al caso garantirsi, almeno in parte, la possibilità di rendere l'intervento reversibile.

92.2 OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO APPARECCHI MURARI

92.2.1 GENERALITÀ

Le procedure di consolidamento, per quanto possibile, dovranno essere giudicate compatibili dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene, inoltre dovranno essere riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari ed eseguite in modo da garantire una loro, eventuale, reversibilità.

Le procedure che seguiranno daranno le indicazioni, ed i criteri generali, circa le metodologie d'intervento per i consolidamenti statici, mossi con il fine sia di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari, sia di ridurre eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne. Dovrà essere, in ogni caso, interessamento della D.L. fornire, a completamento o a miglior spiegazione di quanto prescritto, delle idonee tavole di progetto munite d'ulteriori e/o diverse indicazioni. Il rilievo del quadro fessurativo costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con appropriati strumenti al fine di verificare con esattezza se il dissesto sarà in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se sarà in fase di fermo in una nuova condizione di equilibrio. Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto si potrà rilevare utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni della D.L. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto, per operare in conformità della prassi prescritta negli elaborati di progetto; vale a dire protocolli indirizzati a stabilizzare la fabbrica nell'assetto raggiunto o integrare gli elementi strutturali con consolidamenti locali o generali al fine di preservare, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio. Gli interventi di consolidamento dovranno essere realizzati in quelle porzioni dell'apparecchio murario affette da dissesto (lesione isolata o quadro fessurativo complesso) o caratterizzate da fenomeni d'indebolimento locale quali, ad esempio la presenza di canne fumarie o intercapedini di qualsiasi genere, carenze di ammorsature ai nodi, ecc.

In linea generale gli interventi strutturali sulle pareti murarie ove sarà possibile, dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe, o quantomeno il più compatibile possibile, con quelle dei materiali in opera.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal DM 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive Circolari Ministeriali 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690, DM 27 luglio 1985, DM 20 novembre 1987, Circolare Ministeriale LLPP 4 gennaio 1989 n.30787, DM 16 gennaio 1996, Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

92.2.2 RICUCITURA DELLE MURATURE MEDIANTE SOSTITUZIONE PARZIALE DEL MATERIALE (SCUCI E CUCI)

L'operazione di scuci e cucì consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno soddisfare diverse esigenze: storiche (se l'intervento sarà operato su strutture monumentali), estetiche e soprattutto tecniche; dovrà essere compatibile con la preesistenza per dimensioni (così da evitare discontinuità della trama muraria e l'insorgenza di scollamenti tra la parte vecchia e quella nuova) e per natura (una diversità di compattezza potrebbe, ad esempio, implicare un diverso grado di assorbimento con conseguente insorgenza di macchie). Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cucì si dovrà realizzare un rilievo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché, si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate presenti negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno, tra la nuova muratura e quella vecchia che la sovrasta, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. La malta di connessione, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere una malta di calce idraulica naturale NHL 5 (o in alternativa una malta NHL-Z 5) con inerte costituito da sabbia silicea, cocchio pesto e pozzolana vagliati e lavati (rapporto legante inerte 1:2 o 1:3). Se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, l'intervento di scuci e cuci potrà essere denunciato così da tutelare la stratigrafia stessa dell'edificio, realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarità delle due superfici, costituirà una zona facile da degradarsi.

92.2.3 ESECUZIONE DI OPERE MURARIE

Per l'esecuzione delle murature (prevalentemente in sostituzione di parti preesistenti) l'impresa è tenuta ad operare in conformità di quanto prescritto dalle Norme tecniche vigenti.

La costruzione delle murature va, in particolare, eseguita assicurando il pieno collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse con avanzamento il più possibile uniforme in altezza. Essa deve procedere per strati orizzontali a filari rettilinei; i giunti devono essere perpendicolari tra loro e alla superficie esterna.

All'innesto coi muri da costruire in tempi successivi vanno lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

92.2.4 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin dall'origine oppure, formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura. L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in funzione all'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radarstratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari, con elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo così da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare fino al livello interessato.

In presenza di murature in pietra incerta potrà risultare più conveniente non rimuovere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eventuale, eccessivo, trasudamento della miscela legante.

La procedura operativa conterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti, e presenterà due varianti:

- realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, ad una pressione variabile, di boiaccia idraulica che riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria) consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;
- realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta dell'introduzione di barre in acciaio, seguendo una disposizione configurate a "reticolo", che funziona, nel complesso, come una sorta di cordolo, così da aumentare la resistenza agli sforzi di trazione.

Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati), le modalità ed i tempi di applicazione.

92.2.5 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI NON ARMATE

L'intervento (conforme al punto 3, lettera a), dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) sarà da attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottomesso per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenta con cavità interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario, oggetto di intervento, non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovvero dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiaccia legante dovrà essere pensata in modo da assicurare un'adeguata penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa conterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta così da avere un apparecchio murario "perfettamente chiuso" capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

Esecuzione dei fori

Esecuzione di perforazioni seguendo le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni m²); detti fori, di diametro opportuno (mediamente sarà sufficiente un f 16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola rotazione, munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia. Negli apparecchi murari in pietrame, i fori dovranno essere, se non diversamente prescritto, perpendicolari alle superfici ma con leggera pendenza (circa il 10%) a scendere verso l'interno così da facilitare l'introduzione della miscela, eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta ad una distanza di circa 60-80 cm in ragione alla consistenza del muro, mentre nelle murature in laterizi pieni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. In ogni caso, si raggiungeranno risultati migliori con un numero elevato di fori di piccole dimensioni piuttosto che con un numero modesto di grosso diametro.

Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini "testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini (con un diametro di circa 20 mm) verranno introdotti, per almeno 10-12 cm ed in seguito, sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto). Durante questa operazione sarà necessario evitare che le eventuali sbavature vadano a degradare in modo irreversibile l'integrità degli strati di rivestimento limitrofi; nel caso di fuoriuscite di colature queste dovranno essere celermente pulite mediante spugnette assorbenti (tipo Blitz-fix) imbevute di acqua deionizzata. Al fine di garantire una corretta diffusione della miscela, sarà consigliabile praticare dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri.

In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i cm 70 sarà necessario operare su entrambe le facce, nel caso in cui lo spessore risulterà ancora maggiore, o ci si troverà nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i 2/3 e i 3/4 dello spessore del muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile prevedere perforazioni inclinate di almeno 40-45 gradi verso il basso fino a ottenere una profondità di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro) tale operazione sarà conveniente al fine di ripartire meglio la boiaccia e per rendere partecipi i diversi strati di malta.

Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito chiuso d'iniezione al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente deionizzata) sarà, inoltre, conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di rinzafo, stilaratura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

Iniezione della boiaccia legante

L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a bassa pressione (indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare precedenza alle parti più danneggiate (utilizzando una pressione non troppo elevata e, se sarà necessario eseguire un preconsolidamento con boiaccia molto fluida colata mediante imbuto, prima delle perforazioni, in tutti gli elementi di discontinuità presenti nella muratura), per poi passare alle rimanenti, utilizzando una pressione maggiore. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal basso verso l'alto dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura. Il volume di miscela iniettata non dovrà superare i 100-120 l per m³.

Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta costante fino a quando la boiaccia non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro. L'iniezione ad un livello superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati. Sarà, inoltre, opportuno aumentare la pressione d'immissione in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature. L'aumento potrà essere di 1-2 atmosfere ogni 3-3,5 m di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. In edifici a più piani le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal livello più basso.

In alternativa, e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà iniettare la boiaccia per gravità; nel caso in cui la muratura risulti in uno stato avanzato di degrado tale da non poter sopportare sovrappressioni o perforazioni si potrà far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi boccagli ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato). Questa tecnica non permetterà la chiusura di tutti i vuoti ma solo delle lacune maggiori.

Ad indurimento della miscela (circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata (si rimanda a quanto detto agli articoli riguardanti le stuccature).

Specifiche sulle miscele: la boiaccia per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5 (esente da sali solubili, con 85% dei granuli di dimensione < a 25 µm, calore d'idratazione unitario < di 135KJ/Kg) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporti legante-acqua superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile aggiungere alla boiaccia additivi fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà nel materiale indurito, dopo circa 28 giorni, e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).

In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e, completamente idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura, la calce idrata potrà essere sostituita anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante-acqua 1:3 fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di granulometria molto fine (< al 35-40% della minima larghezza delle fessure) e, preferibilmente, con granuli arrotondati; in alternativa, potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o perlite superventilata (se si ricercherà una boiaccia a basso peso specifico) od ancora, metacaolino ad alta reattività pozzolanica (o polvere di cocchio pesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà idrauliche della boiaccia (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica con caolino, cocchio pesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiaccia, sia se verrà preparata in cantiere, sia se si utilizzerà un prodotto premiscelato dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro di miscela < di 30 secondi),
- assenza di segregazione e di acqua essudata (blending); la separazione dell'acqua dalla boiaccia determinerebbe, in seguito alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa del nucleo,
- tempo di presa compatibile con quello della lavorazione,
- alto scorrimento,
- sviluppo calore in fase di presa temperatura massima < +30°C,
- dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale,
- resistenza caratteristica a rottura per compressione > 12 N/mm² dopo 28 giorni,
- peso specifico modesto < 1,8 kg/l,
- resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine),
- modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura (3000-6000 N/mm²),
- non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.

Avvertenze: non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere al loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Il collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.

92.2.6 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO DI SUPERFICIE (BETONCINO ARMATO)

L'intervento (conforme al punto 4 dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si realizzerà con l'apposizione, su una o possibilmente entrambe le facce del muro, di lastre verticali di materiale a base idraulica realizzate in cantiere opportunamente armate da rete metallica elettrosaldata e, rese solidali alla muratura originale con ferri trasversali passanti nel muro.

92.2.7 LESIONI DIFFUSE

Questa procedura consentirà di migliorare le caratteristiche di resistenza del maschio murario, grazie all'incremento della sezione resistente apportato dalle pareti e dall'effetto di confinamento esercitato sulla muratura degradata. Questa tecnica potrà risultare adatta unicamente su murature particolarmente dissestate (e comunque non caratterizzate da particolari valenze storico-architettoniche) con quadri fessurativi estesi e complessi, e quindi non più in grado di eseguire a pieno la loro funzione statica, ma che in ogni modo dovranno essere mantenute parzialmente o integralmente. Questo sistema di consolidamento, pertanto, dovrà essere utilizzato con le dovute cautele, mai in maniera generalizzata, dietro specifiche prescrizioni di progetto o indicazioni della D.L. e, con il benessere degli organi preposti alla tutela del bene oggetto d'intervento. La procedura operativa conterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Dietro specifica autorizzazione della D.L., si procederà alla rimozione dell'eventuale intonaco, dei rivestimenti parietali, delle parti incoerenti ed in fase di distacco, e della malta dei giunti tra gli elementi lapidei o laterizi per una profondità minima di 2-3 cm, fino a raggiungere la parte sana della struttura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Le, eventuali, lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'ausilio di aria compressa e strumento aspiratore, nonché stuccate con idonea malta a presa rapida (sarà sufficiente utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale e pozzolana simile a quello utilizzato nelle

procedure di stuccature dei materiali lapidei diminuendo però il quantitativo d'acqua nell'impasto). Successivamente la parete dovrà essere spazzolata e lavata con acqua pulita al fine di rimuovere polveri e depositi incoerenti.

Armatura parete

Al fine di inserire i connettori trasversali si dovranno eseguire perforazioni, (con strumento a sola rotazione) passanti in senso obliquo se l'intervento riguarderà entrambe le facce, per 3/4 dello spessore del muro qualora la muratura venga trattata su una sola superficie (esterna o interna); il numero dei tiranti potrà variare in relazione alle disposizioni di progetto, tuttavia sarà opportuno non scendere al di sotto dei 2 tiranti al m² di parete (di norma si utilizzeranno 4-6 spillature al m²). All'interno di queste perforazioni si collocheranno i tondini di acciaio, lasciandoli sporgere dalla struttura per almeno cm 10 da ogni lato. Le barre saranno del tipo e, del diametro indicato dagli elaborati di progetto ovvero ordinato dalla D.L. con f minimo di 4-8 mm, in assenza di specifiche potranno essere utilizzate barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (in alternativa si potrà utilizzare acciaio zincato o acciaio precedentemente trattato con boiaccia passivante anticarbonatante per uno spessore minimo di 1 mm). In corrispondenza delle aperture potrà essere omessa la formazione della lastra al fine di non ridurre la luce delle medesime, avendo cura, però, di raddoppiare le legature perpendicolari al piano del muro, disponendole a quinconce.

Una volta stuccate l'eventuali lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta, si potranno posizionare reti metalliche elettrosaldate (preferibilmente in acciaio inossidabile) su entrambi i lati del muro. Le reti avranno diametro e maglia come specificato negli elaborati di progetto o comandati dalla D.L., diversamente potranno essere formate da tondini di f 6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm risvoltate per almeno 50-100 cm in corrispondenza degli spigoli laterali così da collegare ortogonalmente le nuove pareti armate con le altre strutture portanti. Le eventuali sovrapposizioni di reti dovranno interessare almeno 20 cm ed in ogni caso non meno di due maglie. Una volta posizionata la rete, e fissata con chiodi in acciaio ad "U" o a "J" (f 4 mm per una lunghezza minima di 18 cm), le barre saranno ripiegate ad uncino di 90° al fine di connetterle alle maglie della rete e realizzare in tal modo il collegamento tra le pareti ed il nucleo della muratura. In alternativa alla rete metallica si potrà posizionare, dietro specifica indicazione di progetto, una rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia quadrangolare prodotta per estrusione e sottoposta a processo di stiro a temperatura controllata nelle due direzioni (caratteristiche medie: totale inerzia chimica, maglia 40x30 mm, peso unitario 650 g/m², resistenza a trazione nelle due direzioni 40 kN/m, allungamento > 10%);

L'accurata sistemazione dell'armatura dell'intonaco risulterà, per la buona riuscita della procedura, un elemento di particolare importanza, essa, infatti, dovrà essere tenuta separata dal supporto murario per almeno 2 cm, ricorrendo ad idonei distanziatori, in modo da evitare la manifestazione di fenomeni d'instabilità flessionale; per questo motivo sarà necessario disporre la rete in modo che possa trasmettere correttamente gli sforzi alle spillature praticate nel pannello murario.

Messa in opera intonaco

Sul setto murario, preventivamente, bagnato abbondantemente con acqua pulita fino a saturazione, così da evitare ogni possibile sottrazione d'acqua al nuovo materiale, verrà applicato uno strato di malta anche in più riprese, (fino a raggiungimento della quota prevista) del tipo prescritto dal progetto o indicato dalla D.L. avendo cura di riempire, eventuali, vuoti emersi dietro l'armatura metallica, e battendo con frattazzo la superficie trattata prima del tiraggio a liscio con la staggia.

In ogni caso, salve diverse indicazioni di progetto, si dovrà tenere presente che:

per realizzare spessori inferiori ai 3 cm sarà consigliabile mettere in opera la malta a spruzzo, armata con rete metallica f 4-6 mm con maglia 100x100 mm;

per realizzare spessori intorno ai 3-5 cm si potrà applicare la malta manualmente, armata con rete metallica f 6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm;

per realizzare spessori superiori ai 5 cm fino ad un massimo di 8-10 cm si dovrà, necessariamente, ricorrere al getto in casseforme armate con rete metallica f 8-10 mm con maglia 100x100 o 200x200 mm.

Lo spessore e, la metodologia di posa in opera dovranno essere comparati e pensati in base al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è stata, e sarà sottoposta la struttura, in ogni caso, potrà essere opportuno eseguire intonaci per uno spessore di circa 4-5 cm.

Al fine di evitare la formazione di fessure e cavillature dovute alla troppo rapida evaporazione dell'acqua d'impasto le pareti dovranno essere tenute umide per almeno 48 ore e protette da vento e/o irraggiamento solare diretto.

Specifiche sulle malte: la malta o betoncino da utilizzare dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta. A tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (o, calce naturale eminentemente idraulica NHL 5) caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es. pozzolana, metacaolino, cocchio pesto ecc.), sabbie silicee naturali (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta d'additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) e espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico). Le malte (rapporto legante-inerte 1:3) ed i betoncini (rapporto legante-inerte 1:4) a ritiro compensato da utilizzare dovranno in ogni caso presentare le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²;
- modulo elastico a 28 giorni < 15000 N/mm²;
- espansione contrastata a 7 giorni > 300 mm/m;
- coefficiente di permeabilità al vapore < 150 m.

L'utilizzo della calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

92.2.8 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI NEL MURO DI BANCHINA

La miscela cementizia per le iniezioni sul muro di banchina deve essere esente da sali solubili in acqua, con classe di esposizione minima XS2 (UNI EN 206), classe di resistenza minima caratteristica a rottura pari a 25 N/mm² con additivi antidilavamento ed espansivi, a consistenza fluida, non segregabile, con aggiunta di inerti fini (sabbie pulite), peso di volume non inferiore a 20 kN/m³. La pressione di iniezione per la malta all'interno delle murature non dovrà superare 3 atm, salvo diverse indicazioni della DL. Le iniezioni sono previste ad interasse pari a 50 cm, in fori di diametro massimo pari a 8 cm, con sovrappressioni di iniezione per almeno 8-10 m di colonna d'acqua per un tempo di 30-60 minuti. Le condizioni operative possono variare, in relazione alle osservazioni dirette, sulla base delle quali la DL potrà dare diverse indicazioni.

A termine dell'operazione, con frequenza costante, si dovrà verificare, attraverso il prelievo di campioni di malta iniettata nel muro di banchina, che si sia raggiunta una resistenza a rottura minima per ciascun campione di 12 N/mm².

Si possono adottare prodotti già formulati che rispettino le suddette prescrizioni minime (Malte da iniezione Idrocal Rck 45 XS2 o similari con impiego di cemento di miscela idoneo per l'ambiente in cui il cls dovrà essere collocato con additivo espansivo ed additivo viscosizzante antidilavamento)

In cantiere, nel corso dell'esecuzione, si dovranno predisporre dei carotaggi per determinare il grado di saturazione dei vuoti ad opera della miscela cementizia, in modo da poter calibrare al meglio l'esecuzione delle iniezioni successive. Ogni carota e campione estratto, ed ogni prova dovrà essere accuratamente catalogata e fotografata.

L'iniezione di malta cementizia, deve avvenire in foro da 80 mm ad interasse 50 cm, salvo diversa indicazione da parte della DL. Il volume di malta cementizia da iniettare, per ciascuna iniezione, deve essere pari a 6 volte il volume del foro praticato, salvo diversa indicazione della DL. Il foro deve essere esteso almeno fino alla base del muro di banchina. L'iniezione deve intasare il foro a partire da quota fondale fino ad una quota pari ad 1 m sotto il livello medio del mare. A tale scopo si prevede di adoperare un sacco otturatore per impedire che la parte sommitale del muro venga intasata dall'iniezione.

In particolare, per la Banchina dedicata all'Amm. Millo, si dovranno utilizzare, salvo diversa indicazione della DL, 150 kg di malta per ogni iniezione nei primi 40 m di banchina, 225 kg/iniezione nei successivi 158 m, 370 kg/iniezione nei successivi 50 m, 450 kg/iniezione nei successivi 140 m.

Il sacco otturatore deve essere posizionato in sommità alle iniezioni di consolidamento del muro di banchina per ostruire il foro di perforazione alla fuoriuscita del cemento di iniezione. Realizzato con tessuto non tessuto in poliestere, avente diametro 80mm e grammatura 300g/mq. Il tessuto deve essere fornito cucito su un lato. I sacchi otturatori devono essere iniettati semplicemente con un tubetto o con una valvola manichette con sfiato garantito con un tubetto, realizzato a regola d'arte secondo norma EURO NORM EN 1537-2002

92.2.9 COLLEGAMENTO DELLA TRAVE DI CORONAMENTO CON IL MURO DI BANCHINA

Il collegamento tra la trave di coronamento della paratia ed il primo masso del muro di banchina, deve avvenire mediante la posa in opera di fune in acciaio inossidabile di categoria minima AISI 316. Il sistema deve garantire un carico di rottura minimo di 3.000 kg (30 kN) e deve comprendere tutti gli accessori per la posa in opera, come golfari, tenditori, occhioli, canula a forcilla snodata. Tutti i certificati di conformità previsti dalla normativa devono essere forniti alla DL per accettazione. La posa in opera deve avvenire mediante inghisaggio a perfetta regola d'arte in ambiente marino. Al termine delle operazioni di rinterro a tergo del rivestimento di banchina si metterà in tensione la fune, per un forza pari a 100 kg.

92.2.10 RIEMPIMENTO DI SGROTTAMENTI DI GRANDI DIMENSIONI

Per interventi su lesioni passanti isolate, anche di spessori consistenti, la procedura si potrà limitare esclusivamente alle fasce limitrofe la lesione (circa 60-80 cm a cavallo della lesione). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate all'articolo Le sgrottature localizzate nel materiale di rivestimento al di sopra del livello medio del mare e nella regione di bagnasciuga dovranno prevedere la sostituzione del rivestimento lapideo calcarenitico o calcareo con blocchi integri.

Per quanto concerne le sgrottature di grandi dimensioni, rilevate e riportate negli elaborati grafici, si prevede il riempimento delle stesse con miscela cementizia (intervento di saturazione delle grandi sgrottature).

Il calcestruzzo da impiegare deve possedere i seguenti requisiti:

Calcestruzzo con classe di esposizione XS3 (UNI EN 206-1), con rapporto massimo acqua/cemento pari a 0,45; classe minima di resistenza C35/45; contenuto minimo di cemento 360 Kg/m³, a basso calore di idratazione, non segregabile, con additivi fluidificanti e coesivizzanti (antidilavamento). Copriferro di 50 mm. Finitura con impregnante a base di silicato di sodio mineralizzato. Dimensione massima dell'inerte 25 mm. Le armature devono essere in acciaio per armature tipo B450 C zincato.

L'intervento di saturazione delle grandi sgrottature su prospetto banchina sarà eseguito da operatore subacqueo.

Facendo riferimento al paragrafo 4.1 della UNI EN 206-1, la classe di esposizione da attribuire alle malte cementizie che verranno impiegate per la saturazione degli sgrottamenti è XS3, con rapporto acqua cemento inferiore a 0.45, ma a basso calore di idratazione, a causa dei volumi, talora rilevanti dei vuoti da riempire. Il corpiferro deve essere non inferiore a 5 cm.

Prima che vengano riempite le macrocavità con calcestruzzo, il materiale superficiale degradato e disgregabile sulle superfici di contatto, deve essere rimosso in modo da portare a giorno superfici in condizioni di buona integrità. Per assicurare una buona adesione tra il calcestruzzo di nuova installazione e quello esistente, si deve assicurare uno spessore del getto di almeno 15 cm. La pulizia di queste superfici può avvenire con sabbiatura o getti d'acqua in pressione o mediante rimozione manuale con opportuni attrezzi meccanici. La cavità deve essere lavorata in modo da dare superfici verticali o con inclinazioni massime di 1:3 al fine di prevenire la formazione di sacche d'aria durante la realizzazione del getto.

Successivamente alla preparazione delle superfici si provvederà ad isolare la cavità rispetto ai giunti adiacenti mediante sacchi di juta o altre guarnizioni. Le superfici della cavità saranno preparate con l'apposizione di un sottile strato di adesivo epossidico (3-5 mm) per getti subacquei, in modo da favorire l'adesione del nuovo calcestruzzo sulla parte vecchia. Dovranno essere poste delle armature di aggrappaggio al muro di banchina, di diametro minimo 12 mm, ancorate alla muratura esistente, prima della immissione del calcestruzzo, che favoriscano la solidarizzazione della nuova massa cementizia con quella vecchia. Le armature dovranno essere zincate.

Successivamente si apporrà una pannellatura di adeguata dimensione, in funzione della dimensione degli sgrottamenti, fissata al muro di banchina, provvista di ugelli inferiori per l'immissione e superiori per il controllo di saturazione. Il calcestruzzo non dovrà avere inerti superiori a 25 mm per facilitare la diffusione del calcestruzzo all'interno della cavità, anche in presenza di armature.

In considerazione della normativa specifica, le opere, precedentemente descritte saranno, quindi, realizzate utilizzando materiali che dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Calcestruzzo di classe Rck 45 N/mm²
- Acciaio per armature B450C zincato controllato in stabilimento

Lo studio della miscela del calcestruzzo (mix design) sarà eseguito dal fornitore di calcestruzzo preconfezionato in riferimento alle indicazioni contenute nel presente paragrafo e rispettando le "Linee guida per il calcestruzzo strutturale" emanate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed alla Norma ENV 206 con esplicito riferimento alla classe di esposizione XS3, nonché alle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/1/2008) per quanto attiene le specifiche tecniche di produzione, di prova, ed alle prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato (punto 11.2.8 delle NTC). Tutti i prodotti impiegati nell'intervento, dovranno avere marcatura CE.

Si può fare riferimento a prodotti di mercato formulati di comprovata efficacia (Calcestruzzo per applicazioni subacquee di tipo Idrocal o similari), che possano essere posti in opera non solo in presenza di acqua ma anche in caduta libera attraverso acqua. Costituiti da leganti idraulici, aggregati opportunamente selezionati e da particolari additivi viscosizzanti, e permettano la realizzazione di strutture immerse in acqua senza presentare fenomeni di segregazione e dilavamento.

Il Calcestruzzo deve essere non segregabile, additivato con fluidificanti per promuovere il deflusso del calcestruzzo entro le cavità, e con coesivizzanti per renderlo non dilavabile.

Quando la saturazione sarà stata completata e le pannellature rimosse, la superficie dovrà essere finita mediante l'uso di prodotti impregnanti a base di silicati di sodio mineralizzati od altra soluzione minerale la cui efficacia protettiva ed impermeabilizzante sia documentata.

- La voce verrà compensata a lavoro finito, per ogni m³ di vuoto censito sul fronte banchina, ed è compresa la fornitura di tutto il materiale necessario ed ogni altro onere e magistero per realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte. Sarà cura dell'operatore che eseguirà l'intervento provvedere a costituire delle guarnizioni o collocare dei sacchi di juta per impedire le dispersioni di miscela cementizia, onde evitare oneri dovuti a dispersione eccessiva delle miscele, comunque a carico dell'appaltatore.

92.2.11 CONSOLIDAMENTO DEL PENDIO CON TECNICHE NON INVASIVE

Per il consolidamento del pendio nell'ultimo tratto di banchina verso il monumento al marinaio, è sempre necessario un parziale sbancamento e il compattamento del piano di posa; il versante sarà ripristinato più facilmente e in tempi molto rapidi, dal momento che non ci sono scavi per le fondazioni, casseforme da preparare, ferri da allineare e nemmeno tempi di attesa per la maturazione del calcestruzzo. La sola interposizione di strati di geogriglia intersecherà i piani di scorrimento impedendo in tal modo il progressivo dissesto del pendio franato.

L'elemento di rinforzo sarà costituito dalle geogriglie mono-orientate, che sono strutture bidimensionali realizzate in HDPE mediante processo di estrusione e stiratura mono-direzionale, certificate per la realizzazione di pendii ripidi rinforzati con inclinazione fino a 85°. Per quanto riguarda il materiale di riempimento la tecnica delle Terre Rinforzate consente di utilizzare qualsiasi tipo di terreno di riempimento; è comunque preferibile utilizzare un materiale granulare drenante con elevato angolo di attrito interno, possibilmente privo di ciottolame di grossa pezzatura che renderebbe difficoltosa la compattazione. In prossimità del paramento è consigliato il riempimento con terreno vegetale, al fine di creare le condizioni ottimali per l'attecchimento e la permanenza del cotico erboso.

Il sistema prevede l'utilizzo in facciata di un cassero in rete elettrosaldata di guida e d'appoggio "a perdere" (Ø 6-8 mm / maglia 15x15 cm). Esso non ha alcuna funzione strutturale, ma consente rapide cadenze di posa in opera e un'accurata profilatura del manufatto. Importante elemento di facciata è la stuovia antierosiva senza il cui contributo l'intervento si presenta incompleto e di minor efficacia. L'inerbimento del paramento mediante idrosemina occulta completamente gli elementi artificiali del sistema e riduce drasticamente l'impatto ambientale dell'opera. Di norma, per l'inerbimento delle terre rinforzate vengono utilizzate specie erbacee perenni appartenenti alla famiglia delle leguminose e delle graminacee.

La copertura vegetale del paramento può essere effettuata anche tramite la messa a dimora di talee, rizomi e arbusti, inseriti tra uno strato di rinforzo e l'altro: in questo modo viene garantito un effetto coprente uniforme.

92.2.12 RIFACIMENTO OPERE NON ESEGUITE A REGOLA D'ARTE

L'Impresa è tenuta ad eseguire i lavori a perfetta regola d'arte secondo i dettami ultimi della tecnica e a fornire materiali rispondenti a quanto determinato nel Capitolato e nei suoi allegati: tutte le opere e tutte le somministrazioni che, a giudizio della Direzione Lavori non siano state eseguite a perfetta regola d'arte, oppure non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a spese dell'Impresa, senza oneri aggiuntivi.

Art.93. REALIZZAZIONE DEL NUOVO MURO DI BANCHINA

93.1.1 MATERIALI

Gli elementi prefabbricati del muro di banchina da realizzare ex novo devono essere composti da calcestruzzo con classe di esposizione XS3 (UNI EN 206-1), rapporto massimo acqua/cemento pari a 0,45; classe minima di resistenza C35/45; contenuto minimo di cemento 360 Kg/m³. Copriferro di 50 mm (UNI EN 206). L'acciaio adoperato per le armature deve essere di tipo B450 C. Le dimensioni di questi elementi devono corrispondere a quelle riportate nei disegni di progetto.

Il calcestruzzo di riempimento dovrà avere peso di volume non inferiore a 20 kN/m³ e comunque classe di esposizione minima XS2. I ferri di attesa del solettone di fondazione dovranno essere in acciaio B450 C zincati.

93.1.2 ESECUZIONE

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire le opere esattamente come rappresentate nel disegno. Le operazioni di posa degli elementi prefabbricati deve avvenire avendo cura di controllare topograficamente l'allineamento del fronte banchina per tutto lo sviluppo, al fine anche di raccordare il tratto di banchina di nuova realizzazione alle sue estremità con la banchina attualmente esistente. La preparazione del fondale preconsolidato mediante jet grouting dovrà essere fatta con cura in maniera tale da garantire orizzontalità al piano di posa. Analogamente i manufatti che costituiranno il muro di banchina dovranno essere posati verificando sempre la perfetta orizzontalità dei piani superiori ed inferiori.

93.1.3 RIFACIMENTO OPERE NON ESEGUITE A REGOLA D'ARTE

L'Impresa è tenuta ad eseguire i lavori a perfetta regola d'arte secondo i dettami ultimi della tecnica e a fornire materiali rispondenti a quanto determinato nel Capitolato e nei suoi allegati: tutte le opere e tutte le somministrazioni che, a giudizio della Direzione Lavori non siano state eseguite a perfetta regola d'arte, oppure non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a spese dell'Impresa, senza oneri aggiuntivi.

Titolo V. IMPIANTI ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI

Art.94. GENERALITÀ

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

E' raccomandata nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali e ai prodotti della comunità europea. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI, e le lingue Italiana e Inglese.

L'appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti per un periodo di 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio.

Art.95. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI – CAVI E CONDUTTORI

Le giunzioni, le derivazioni, le terminazioni dei cavi unipolari o multipolari dovranno essere eseguite rigorosamente secondo le vigenti norme CEI e secondo le disposizioni delle maggiori case produttrici, comunque predisponendo adeguate cassette di derivazione aventi un grado di protezione adatto all'ambiente in cui verranno installate.

- isolamento dei cavi: i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;
- colori distintivi dei cavi: i conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;
- sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 2-4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le *sezioni minime ammesse* sono:

0,75mmq per circuiti di segnalazione e telecomando;

≤2,5mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2KW;

≥4mmq per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6kW;

- sezione minima dei conduttori neutri: la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16mmq, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16mmq (per conduttori in rame) purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.2, 524.3, 524.1, 543.1.4 delle norme CEI 64-8.
- sezione dei conduttori di terra e protezione: la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8. Vedi prescrizioni artt. 547.1.1 - 547.1.2 e 547.1.3 delle norme CEI 64-8;
- propagazione del fuoco lungo i cavi: I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22;
- provvedimenti contro il fumo: Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare i sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.
- problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi: Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale

pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-38.

95.1 TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, condotti o cunicoli.

Si dovranno inoltre rispettare le seguenti prescrizioni:

- nell'impianto previsto per la realizzazione sotto terra, i tubi protettivi devono essere in materiale rigido serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto guaina metallica;
- il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 15,5mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dal percorso, la tubazione deve essere interrotta con pozzetti rompi tratta;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite impiegando opportuni morsetti o morsettiere.
- E' ammesso utilizzare lo stesso tubo purché i montanti alimentino la stessa linea e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità.

I tubi, rispondenti alle prescrizioni delle norme CEI 23-17, devono essere interrati con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le tubazioni rigide devono avere caratteristiche tali da sopportare sollecitazioni termiche e meccaniche che di ogni genere.

95.2 CAVIDOTTI

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute in considerazione le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliafasfo munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di (60cm) e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea;
- Fornitura e posa nel numero stabilito dal progetto, di cavidotti corrugati a doppia parete in materiale plastico, con diametro esterno minimo di 160mm., con resistenza allo schiacciamento di 1250N per il passaggio dei cavi di energia;
- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla D.L. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc, dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti a persone animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione nei servizi nel sottosuolo.

95.3 POZZETTI CON CHIUSINO IN GHISA

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosato a (200kg) di cemento (tipo 325) per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;

- conglobamento nelle pareti in cls, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto, sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciato;
- fornitura e posa, sul letto di malta di cemento, di chiusino carrabile in ghisa completo di telaio, per traffico pesante.
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

95.4 POSA DI CAVI ELETTRICI

I cavi saranno posati entro tubazioni di materiale idoneo e opportunamente dimensionate per il loro infilaggio.

Per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro, ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,4 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio superiore a 15 volte il loro diametro.

In particolare nell'esecuzione di cavidotti e pozzetti saranno adottati i seguenti accorgimenti.

Art.96. CAVI

96.1 POSA DEI CAVI

La posa dei cavi deve essere eseguita, secondo le specifiche di modalità di posa (condizioni, raggi di curvatura, coesistenze, ecc.) della Norma CEI 11.17, lungo i percorsi previsti nelle planimetrie di progetto. Eventuali modifiche al tipo di posa e al tracciato potranno essere successivamente autorizzate dalla D.L. qualora presentino aspetti di maggiore convenienza tecnico economica o per oggettivi impedimenti connessi ad impianti preesistenti.

96.2 CAVI IN GOMMA G7

96.2.1 PRESCRIZIONI

I cavi avranno le seguenti caratteristiche:

- Sigla di designazione FG7(0)R
- Norme di riferimento Norma CEI 20-13
CEI 20-22 II
CEI 20-35
CEI 20-37 I
- Tensione di prova 4000V in c.a.
- Temperatura di esercizio 90°C max.
- Temperatura di corto circuito 250°C max.

96.2.2 COSTRUZIONE

Conduttore a filo unico. corda rigida o flessibile di rame ricotto stagnato (CEI 20-29), isolamento in gomma HEPR (mescola etilenpropilenica ad alto modulo avente elevate caratteristiche termiche e meccaniche) di qualità G7 (CEI 20-11), guaina di PVC di qualità RZ (CEI 20-11) di colore grigio chiaro.

Distinzione delle anime secondo tabella UNEL 00722

La superficie esterna del cavo dovrà essere marcata almeno ogni 500 mm con la seguente dicitura minima: «CEI 20-22 II - IEMMEQU - Nome del fabbricante»

96.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze deve avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

96.4 IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

96.4.1 ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8 e CEI 11-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

96.4.2 COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.
- coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

96.4.3 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando:

- macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II;
- in uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra;

tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

96.4.4 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_f \leq 1,45 I_z$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I^2t \leq Ks^2$ (artt.434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art.434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

96.4.5 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI RISPETTO A VALORI MINORI CONSENTITI DALLE NORME CEI E DI LEGGE.

Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente capitolato speciale tipo, rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, sono adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

96.5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra unico che dovrà rispondere alle caratteristiche di sicurezza per le persone imposte dalla normativa di legge, dovrà assolvere alle seguenti funzioni:

- impianto di terra di protezione per la sicurezza delle persone operanti nell'impianto prevenendo il verificarsi di tensioni pericolose all'interno dei volumi di accessibilità per il contatto;
- impianto di terra per la salvaguardia degli impianti elettrici e degli impianti serviti, prevenendo situazioni capaci di dare origine a danni negli stessi;
- impianto di terra di funzionamento per permettere il funzionamento degli apparecchi, assicurando un più regolare esercizio degli impianti con il collegamento a terra di determinati punti dei circuiti;
- impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, come prescritto dalla normativa connettendo tra di loro i diversi dispersori.

Tale impianto unico, pertanto, dovrà contemporaneamente realizzare un sistema disperdente che risponde al requisito fondamentale di garantire gradienti di tensione accettabili.

In base alla norma CEI 11.1 in vigore, relativa agli impianti utilizzatori a tensione nominale maggiore di 1000V, il valore della resistenza dell'impianto di terra deve essere tale che non si verificano tensioni di contatto e di passo pericolose per le persone.

All'impianto di terra ("dispersore intenzionale") così realizzato dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili nonché tutte le masse estranee metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore.

Le sezioni dei dispersori sono state calcolate, con riferimento alla norma CEI 11.1 e secondo norma CEI 81.1, tenendo conto delle dimensioni minime degli elementi del dispersore prescritti.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non è inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8.

96.6 MATERIALE ELETTRICO VARIO – MODALITÀ PER L'INSTALLAZIONE

In generale, tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, nelle loro ultime edizioni in vigore.

In particolare saranno assoggettate a collaudo in fabbrica i trasformatori di qualunque tipo, ed all'uopo l'impresa (o la fabbrica) dovrà mettere a disposizione i mezzi e le prestazioni necessarie.

96.6.1 APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 [norme CEI (17-18)].

In particolare:

gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000A, salvo casi particolari;

tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

gli interruttori con relè differenziali fino a 63A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;

gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purchè abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500A;

il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dei morsetti inferiori (alimentazione del basso).

Gli interruttori di cui in c) e in d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e devono essere interamente assiemati a cura del Costruttore.

96.6.2 INTERRUITORI SCATOLATI

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, gli apparecchi da 100 a 250A è preferibile abbiano stesse dimensioni d'ingombro.

Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità del servizio.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

96.6.3 QUADRO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE E PROTEZIONE

Il quadro elettrico da installare deve essere stagno esecuzione IP65, realizzato con doppio isolamento, da cui sarà derivato l'impianto di illuminazione e sul quale saranno installate le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione.

96.7 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

96.7.1 ASSEGNAZIONE DEI VALORI DI ILLUMINAZIONE

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori, in condizioni di alimentazione normali, sono stati precisati per i vari locali in relazione. Per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni Internazionali CEI.

96.7.2 UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI

Particolare cura si dovrà porre all'altezza del posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto ed indiretto.

96.7.3 FLUSSO LUMINOSO

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato, per ogni ambiente, il flusso totale emesso in lumen, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

96.8 COMPONENTI ED OPERE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

96.8.1 LAMPADE E ALIMENTATORI

Si richiede l'impiego di lampade con le seguenti caratteristiche:

- Elevato rendimento;
- Lunga durata;
- Massima affidabilità.

96.8.2 APPARECCHIO DECORATIVO PER LAMPIONE

Apparecchio decorativo per l'illuminazione stradale ad emissione diretta e riflessa, dalla forma emisferica con carenatura in alluminio imbutito ed anodizzato verniciato bianco, diametro esterno 363mm. Ottica inferiore in alluminio anodizzato ad alto rendimento con asolatura superiore per l'emissione indiretta. Cono superiore in alluminio con funzioni di supporto della carenatura, fissaggio al palo (mediante foro filettato 27mm passo gas) e riflessione asimmetrica della luce indiretta. Disco semiellittico superiore di diametro 605mm per la riflessione della luce indiretta, in ABS termoformato verniciato bianco nella parte inferiore e grigio argento nella parte superiore. Cilindro superiore di raccordo tra carenatura e disco superiore in policarbonato trasparente con 3 tiranti in alluminio Gruppo portalampada con sistema regolabile in senso verticale ed orizzontale per ottimizzare la fotometria in funzione della lampada utilizzata e della geometria dell'installazione. Gruppo di alimentazione e ottica montati su piastra amovibile e basculante completi di: reattore con

protezione termica e presa intermedia per l'accenditore; accenditore digitale ad impulsi temporizzato e anti-cicling; condensatore di rifasamento; sistema di connessione elettrica mediante gruppo presa/spina; Schermo di chiusura in vetro piano temprato basculante con dispositivo anticaduta. Installazione a sospensione mediante foro superiore filettato 3/4.

Grado di protezione: IP54. Isolamento elettrico: Classe II, Marchi di qualità: Nemko, Semko, Finko. Compreso di lampada agli ioduri metallici con bruciatore ceramico da 100-150W attacco E40.

Tipo THORN modello VICTORIA 100-150W HSE/HST o equivalente approvato dalla direzione lavori; è inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito.

96.8.3 PALO PER ILLUMINAZIONE

Palo per arredo urbano composto dai seguenti elementi: Stelo conico di base 168mm, in sommità 76mm ricavato per laminazione a caldo mediante induttori a 800°C di tubi normalizzati ERW in acciaio calmato del tipo S275JR in conformità alla norma EN10025 (ex FE 430). Il palo deve essere privo di saldature o piegature a freddo. Sistema decorativo di sommità costituito da un ritto Ø 76mm spessore 3mm dotato di n°2 serie sfalsate a 120° di 3 fori filettati 10MA; due tubolari curvati ad S Ø 30mm e Braccio centrale Ø 42mm spessore. In sommità al ritto viene posta una sfera decorativa in alluminio di diametro 150mm. L'acciaio usato per il sistema decorativo è del tipo S235JR in conformità alla norma EN 10025 (ex FE 360). Sul palo sono previste le seguenti lavorazioni in linea: asola ingresso cavi da mm. 150x50; asola per alloggiamento morsettiera da mm. 186x45; manicotto di protezione in acciaio, della lunghezza di 400mm. spessore 4, saldato nel tratto da annegare nel blocco di fondazione; gruppo elettrico di derivazione costituito da bulbo a doppio isolamento, MARCHIO IMQ, per cavi ingresso/uscita fino a 4x16mmq, con un portafusibile per protezione lampada e portella a filo palo antivandalo, con grado di protezione IP54. Verniciatura a polveri AKZO NOBEL COLLECTION FUTURA INTERPON D36 COLORE GRIS 900 SABLE. Modello DANUBIO h=5mt ALTO/BASSO 1 BRACCIO o equivalente approvato dalla direzione lavori. Sono compresi lo scavo e la sabbia di riempimento fra palo ed alloggiamento, il basamento, il fissaggio con cemento; è inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita: palo h=5mt.

96.8.4 APPARECCHI DA INCASSO A LED

Apparecchio da incasso per esterni, tipo BRIGHT 9.0 + controcassa del produttore Luce & Light o similare di altro Fabbricante Produttore installabile a parete o a pavimento. Carrabile a luce radiale IP68 (rif.EN 60529:1997-06: massimo grado di protezione contro i liquidi) CL III. Luce radente non abbagliante, alta resistenza meccanica, acciaio inox AISI 316L, collegamento in serie, fonte illuminazione 3 led da 2/3W 500/700mA, dimensioni d=133mm, h=44mm; è inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. L'acciaio Inox 316 L è un materiale che riunisce esclusive caratteristiche come l'eccezionale resistenza ai liquidi aggressivi e la robustezza meccanica.

Apparecchio da incasso per esterni, tipo CIELO led + controcassa del produttore ARES o similare di altro Fabbricante Produttore, installabile a parete o a pavimento. Corpo in alluminio pressofuso verniciato a polvere di poliestere previo trattamento di fosfocromatazione, doppia testata di chiusura ad ogni estremità per una più semplice e sicura manutenzione. Diffusore in vetro trasparente temprato e serigrafato fissato all'apparecchio tramite incollatura robotizzata con silicone semistrutturale, componenti elettrici fissati su modulo removibile; ottica simmetrica 12 led da 1W 5500°K. Dimensioni L=645mm, h=100mm, p=80mm, grado di protezione IP67 CL I; è inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.

96.8.5 ALIMENTATORI PER APPARECCHI DA INCASSO A LED

Alimentatori elettronici in corrente continua per 1, 2, 3 led di potenza da 1W, 2W e 3W, ad elevata efficienza con peso e volumi ridotti del produttore Luce & Light o similare di altro Fabbricante Produttore. Protezioni auto-ripristinanti contro le sovratemperature, contro il circuito aperto ed i corto circuiti sul secondario. Dimensioni da 40x42x21mm fino a 115x34x19mm, Input 190-240Vac, 50-60Hz, Output 350/500/700mA, ±10%, 12Vmax. Grado di Protezione IP67, Classe II isolamento, Alimentazione 230Vac, Uscita Stabilizzata.

Titolo VI. ARREDI

Art.97. ARREDI URBANI

Di seguito si riportano le caratteristiche degli arredi previsti nel progetto:

Arr-01 Panchine

Panca monolitica AMBRA, della Metalco o similare, interamente realizzata con impasto di granito o pietre di marmo, in vari colori, levigata sulla seduta e sabbata o bocciardata sul perimetro. La superficie è protetta da apposite vernici satinata opache. Peso 327 kg.

La panca è predisposta per il fissaggio stabile a terra tramite la cementazione di 4 barre filettate con $\Phi 18$, di lunghezza variabile dai 25 ai 30 cm, fissate sotto la base di appoggio; il fissaggio delle barre filettate nei fori sarà eseguito con apposite resine. Sarà cura dell'impresa provvedere all'acquisto delle barre filettate.

Arr-02 Dissuasori

Dissuasori di transito, costituiti da elementi verticali modulari tipo PIREO della METALCO o similare, in tubolare d'acciaio $\Phi 90 \times 3$ mm con sovrastante elemento decorativo in fusione di ghisa a forma sferica $\Phi 90$ mm; Fornito completo di due alette laterali idonee per l'applicazione di catena in acciaio, da ordinare separatamente. Il fissaggio al suolo è previsto con piastra base $\Phi 150 \times 5$ mm predisposta per l'utilizzo di tasselli. Il dissuasore è sabbato e verniciato con primer zincante e polvere poliesteri.

Altezza 1115 mm e peso 11 kg.

Completi di Catene con anelli metallici tondi $\Phi 23$ mm, filo 6 mm zincate e verniciate.

Tutte le parti metalliche sono zincate a caldo e verniciate a polveri P.P. Tutta la viteria è in acciaio inox. Altezza supporti 1115 mm e peso 10 kg; Trattamento di verniciatura che prevede, stante relativa certificazione



"Trattamento di verniciatura che prevede, stante relativa certificazione del produttore, le seguenti fasi:

PREPARAZIONE (sabbatura automatica e smerigliatura manuale)

SGRASSAGGIO ALCALINO (con prodotto: Unispray HLW, pH: < 12, temperatura: 60°C)

RISCIACQUO (prodotto: acqua di rete, temperatura: ambiente)

RISCIACQUO 2 (prodotto: acqua demineralizzata ricircolata, conducibilità < 25 μ s)

PASSIVAZIONE (trattamento di passivazione filmogena no rinse)

ASCIUGATURA (prodotto: aria calda forzata, tempo: 5 – 10 minuti, temperatura: 160°C)

APPLICAZIONE PRIMER ZINCANTE EPOSSIDICO - SOLO CON PREZZO EXTRA 3%

POLIMERIZZAZIONE

RAFFREDDAMENTO

APPLICAZIONE ELETTROSTATICA POLVERE (prodotto: polvere poliesteri pura)

POLIMERIZZAZIONE (su forno, prodotto: aria calda forzata, tempo: 35 minuti, temperatura: 185°C)

RAFFREDDAMENTO

COLLAUDO FINALE"

Arr-03 Cestino per rifiuti

Cestello per rifiuti tipo MOD. 226 della Euroform o similare, per fissaggio su palo composto da:

Paletto costituito da 1 profilo a „C“ 93X41mm stampato in lamiera decapata di prima scelta EN 10051/91 da 1,5mm, Prolunga d'ancoraggio in lamiera zincata EN 10142/91 e EN 10143/91 da 1,5mm da avvitare al telaio per mezzo di 2 viti, Contenitore estraibile di forma cilindrica 30,5 cm, altezza 51cm con fondo forato, bordo superiore piegato. Tutto costruito in lamiera decapata, con fori 10x10 mm, di prima scelta EN 10051/91 da 1mm, munita di foro a forma ovale da 120X40 mm che serve da impugnatura per lo svuotamento. Coperchio tondo stampato in lamiera decapata EN 10051/91 con 32cm, spess. 8mm fissato sul paletto mediante mediante 2 viti INOX a testa cilindrica con esagono incassato da 20X10mm. Trattamento superficie: zincatura a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461. Su richiesta trattamento con polveri poliesteri nei colori RAL standard „euroform w“.

Dimensioni cestello:

altezza da terra 980 mm, altezza contenitore 510 mm, diametro 305/320 mm

Capacità: 40 litri

Peso totale: 17 kg



Arr-04 Transenne

Transenna tipo HALLEY EVOLUTION della Metalco o similare, costituita da elementi verticali modulari tipo PIREO in tubolare d'acciaio $\Phi 76 \times 2$ mm con sovrastante elemento decorativo in



fusione di ghisa a forma sferica Ø 90 mm, tra cui vanno inseriti elementi di forma quadrata, in tubolare perimetrale 35x35x1.5 mm che contengono un pannello in griglia a maglia quadra 50x50 mm in trafilato di acciaio da 4 mm elettrosaldato. Questi sono fissati lateralmente con piastrine e irrigiditi da due diagonali in piatto d'acciaio 30x10 mm. Il fissaggio al suolo è previsto con piastra base Ø 150x5 mm predisposta per l'utilizzo di tasselli. Tutte le parti metalliche sono zincate a caldo e verniciate a polveri P.P. Tutta la viteria è in acciaio inox. Altezza supporti 1115 mm e peso 10 kg, lunghezza dei pannelli 826 mm.

"Trattamento di verniciatura che prevede, stante relativa certificazione del produttore, le seguenti fasi:

PREPARAZIONE (sabbatura automatica e smerigliatura manuale)

SGRASSAGGIO ALCALINO (con prodotto: Unispray HLW, pH: < 12, temperatura: 60°C)

RISCIACQUO (prodotto: acqua di rete, temperatura: ambiente)

RISCIACQUO 2 (prodotto: acqua demineralizzata ricircolata, conducibilità < 25 µs)

PASSIVAZIONE (trattamento di passivazione filmogena no rinse)

ASCIUGATURA (prodotto: aria calda forzata, tempo: 5 – 10 minuti, temperatura: 160°C)

APPLICAZIONE PRIMER ZINCANTE EPOSSIDICO - SOLO CON PREZZO EXTRA 3%

POLIMERIZZAZIONE

RAFFREDDAMENTO

APPLICAZIONE ELETTROSTATICA POLVERE (prodotto: polvere poliestere pura)

POLIMERIZZAZIONE (su forno, prodotto: aria calda forzata, tempo: 35 minuti, temperatura: 185°C)

RAFFREDDAMENTO

COLLAUDO FINALE"

Arr-05 Dissuasore automatico

Dissuasore tipo MAGIC della Metalco o similare, realizzato in tubolare di acciaio zincato e verniciato a polveri P.P. ø 159x3 mm, è dotato di un sistema di movimentazione con pistone a gas che ne consente la totale scomparsa sotto il piano di calpestio con una semplice pressione di circa 15- 20 kg. Per garantire solo una movimentazione autorizzata ogni dissuasore presenta un'apposita serratura che blocca il pistone. La scatola contenente il meccanismo e il dissuasore in posizione nascosta è in lamiera d'acciaio zincata sp. 3 e 5 mm, mentre il coperchio (in vista) della scatola è realizzato in ghisa sabbata e verniciata a polveri P.P. Tutta la viteria è in acciaio inox. Le misure della scatola sono 422x332 mm con altezza 827 mm, mentre l'altezza del dissuasore fuori terra è di 500 mm.



"Trattamento di verniciatura che prevede, stante relativa certificazione del produttore, le seguenti fasi:

PREPARAZIONE (sabbatura automatica e smerigliatura manuale)

SGRASSAGGIO ALCALINO (con prodotto: Unispray HLW, pH: < 12, temperatura: 60°C)

RISCIACQUO (prodotto: acqua di rete, temperatura: ambiente)

RISCIACQUO 2 (prodotto: acqua demineralizzata ricircolata, conducibilità < 25 µs)

PASSIVAZIONE (trattamento di passivazione filmogena no rinse)

ASCIUGATURA (prodotto: aria calda forzata, tempo: 5 – 10 minuti, temperatura: 160°C)

APPLICAZIONE PRIMER ZINCANTE EPOSSIDICO - SOLO CON PREZZO EXTRA 3%

POLIMERIZZAZIONE

RAFFREDDAMENTO

APPLICAZIONE ELETTROSTATICA POLVERE (prodotto: polvere poliestere pura)

POLIMERIZZAZIONE (su forno, prodotto: aria calda forzata, tempo: 35 minuti, temperatura: 185°C)

RAFFREDDAMENTO

COLLAUDO FINALE"

Arr-06 Pensilina

Struttura della pensilina tipo PARTNERS della Metalco, o similare, costituita da colonne portanti in estruso di alluminio \varnothing 92 mm con innesto di rinforzo in tubo d'acciaio \varnothing 50x2 mm e base in acciaio zincato sp. 15/10 mm, collegate superiormente da un profilo in estruso di alluminio con funzione di pluviale, tutto verniciato a polveri P.P. La copertura è in lastre di metacrilato trasparente (o fumé con sovrapprezzo) sp. 4 mm sostenute da una struttura composta da centine e controcentine in estruso di alluminio verniciato. Le pareti di fondo sono in lamiera forata spessore 2 mm con fori quadri 8x8 mm. La pensilina è dotata di maniglione in tubo d'acciaio inox \varnothing 40x2 mm opportunamente fissato alle colonne di fondo. Tutta la viteria è in acciaio inox. Dimensioni della versione 4 moduli: lunghezza 4380 mm, profondità 1500 mm, altezza 2532 mm.



"Trattamento di verniciatura che prevede, stante relativa certificazione del produttore, le seguenti fasi:

- PREPARAZIONE (sabbiatura automatica e smerigliatura manuale)
- SGRASSAGGIO ALCALINO (con prodotto: Unispray HLW, pH: < 12, temperatura: 60°C)
- RISCIACQUO (prodotto: acqua di rete, temperatura: ambiente)
- RISCIACQUO 2 (prodotto: acqua demineralizzata ricircolata, conducibilità < 25 μ s)
- PASSIVAZIONE (trattamento di passivazione filmogena no rinse)
- ASCIUGATURA (prodotto: aria calda forzata, tempo: 5 – 10 minuti, temperatura: 160°C)
- APPLICAZIONE PRIMER ZINCANTE EPOSSIDICO - SOLO CON PREZZO EXTRA 3%
- POLIMERIZZAZIONE
- RAFFREDDAMENTO
- APPLICAZIONE ELETTROSTATICA POLVERE (prodotto: polvere poliestere pura)
- POLIMERIZZAZIONE (su forno, prodotto: aria calda forzata, tempo: 35 minuti, temperatura: 185°C)
- RAFFREDDAMENTO
- COLLAUDO FINALE"

97.1 CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI

Tutti gli articoli proposti in progetto dovranno essere prodotti secondo processi aventi lo scopo di garantire:

- la resistenza dei manufatti agli agenti atmosferici;
- la resistenza dei manufatti ai carichi previsti in base all'utilizzo;
- l'assenza di parti che possano recare danni a persone o cose (bordi taglienti, spigoli vivi);
- la corretta funzionalità delle parti.

Tali processi dovranno essere sottoposti a procedure di controllo interne secondo la norma UNI EN ISO 9000.

Si elencano di seguito le principali normative di riferimento da osservare:

- | | |
|---|--|
| • materie prime | certificato di conformità su richiesta |
| • zincatura a caldo | UNI EN ISO 1461 |
| • zincatura sendzimir | UNI 7947 |
| • zincatura a freddo | n.d. |
| • resistenza in nebbia salino-acetica | ISO 9227 |
| • resistenza a UV (per la polvere) | ISO 2813 |
| • passivazione inox | ASTM A 380 |
| • apparecchi di illuminazione | CEI EN 60598 |
| • protezione apparecchiature elettriche | CEI EN 60529 |

Le opere di arredo urbano che assolvono funzioni statiche di rilievo per la pubblica incolumità dovranno rispondere ai requisiti e alle disposizioni di Legge e alle Norme Tecniche vigenti in materia di sicurezza sulle costruzioni.

Il ciclo standard di tutti i prodotti verniciati sarà rappresentata da un passivante sintetico a base amminica, esente da cromo e da altre sostanze tossiche o nocive.

L'abbinamento di questo nuovo prodotto con un ciclo di sgrassaggio alcalino garantirà ottime performances col vantaggio di essere totalmente eco-compatibile. In pratica, lo sgrassante alcalino consente una decontaminazione completa e un leggero intacco delle superfici metalliche (mordenzatura) che, insieme al passivante, migliorano l'aderenza dello strato di prodotto verniciante. Tale ciclo, oltre ad essere più sicuro per gli operatori e a basso impatto ambientale, rende più stabile ed efficace il processo di preparazione e verniciatura di tutti i nostri prodotti, per un risultato ottimale, positivamente testato in nebbia salina (secondo UNI ISO 9227). Il secondo ciclo, denominato TRIPLEX, particolarmente indicato per ambienti aggressivi quali le zone marine e quelle ad alto tasso di inquinanti

(strade ad alta percorrenza, zone industriali, ecc.) consiste in una doppia verniciatura che, alla mano a finire di polvere poliestere nel RAL prescelto, abbinata una prima mano di primer zincante epossidico in grado di garantire i migliori risultati in termini di adesione interstrato e di protezione dalla corrosione. Questo ciclo, ora standard per tutti componenti in ghisa, è già largamente utilizzato nell'industria navale, nella produzione di cisterne per gas e di macchinari per agricoltura e costruzioni.

Art.98. ARREDI DI BANCHINA

98.1 ANELLI DI ORMEGGIO

E' prevista la rimozione dei numerosissimi chiodi, recentemente inseriti dai pescatori stessi sul basolato di coronamento della banchina e la loro sostituzione di appositi anelli di approdo, inghisati a regola d'arte.

Gli anelli di ormeggio di nuova installazione sono stati previsti al di sopra del coronamento del muro di banchina, nel giunto tra blocco e blocco. Gli anelli dovranno essere forniti in acciaio inossidabile AISI 316. Il golfare sarà in acciaio AISI 316. Il fissaggio avverrà mediante barra filettata M20, classe B7 (8.8) zincata di lunghezza 320mm. La posa avverrà mediante foratura a banchina ultimata e fissaggio con materiale chimico, quale resina epossidica.

98.2 BITTE

Per gli arredi portuali sono previste le lavorazioni di recupero e ripristino delle bitte esistenti di pregio mediante specifiche operazioni di pulitura e verniciatura, in particolare delle bitte monumentali Lindemann e dei bittini doppi di tipo olandese esistenti. Verranno invece rimosse tutte le bitte di recente installazione, di sgradevole aspetto, realizzate mediante infissione di tubolare in ferro riempito di calcestruzzo e successiva risarcitura del foro esterno con cemento, molte delle quali risultano tra l'altro non verticali, allo stato attuale. Si prevede l'inghisaggio a regola d'arte di ulteriori bitte in ghisa, sia monumentali che di tipo olandese, fornite da imprese specializzate che riproducano perfettamente quelle attualmente presenti sulla banchina, ed inghisate a regola d'arte. Tutte le bitte di nuova realizzazione devono sopportare il tiro di 5t con un coefficiente di sicurezza non inferiore a 3 (carico di rottura 15t). Tutte le bitte, per le quali è previsto il recupero, devono essere sottoposte a prova di tiro in modo da verificare la capacità di sopportare le sollecitazioni di progetto.

98.3 PARABORDI

Sono stati previsti sul fronte banchina due tipologie di parabordi:

- Parabordi di tipo Trelleborg MV400 x 750AP come dettagliato negli elaborati grafici;
- Parabordi di tipo estruso tipo Trelleborg DD fender 100x100 come dettagliato negli elaborati grafici;

I parabordi MV fenders dovranno essere costituiti da:

- 1) Num.2 elementi MV, in polimero ad alta prestazione resistente ai raggi ultravioletti, ozono, acqua di mare, in grado di assorbire 53.8kJ/m con una forza di reazione pari 292N.
- 2) Num 1 pannello, in UHMW PE, frontale di spessore 80mm
- 3) Set di fissaggio (viti M24 in acciaio inox) del pannello agli elementi in gomma;
- 4) Set di fissaggio (viti M24 in acciaio inox) degli elementi in gomma alla banchina.

Si riportano, di seguito, le caratteristiche della gomma da utilizzare per i moduli MV400

Property	Testing Standard	Condition	Requirement
Tensile Strength	DIN 53504; ASTM D 412 Die C; AS 1180.2; BS ISO 37; JIS K 6251	Original	16.0 MPa (min)
		Aged for 96 hours at 70°C	12.8 MPa (min)
Elongation at Break	DIN 53504; ASTM D 412 Die C; AS 1180.2; BS ISO 37; JIS K 6251	Original	350%
		Aged for 96 hours at 70°C	280%
Hardness	DIN 53505; ASTM D 2240; AS1683.15.2; JIS K 6253	Original	78° Shore A (max)
		Aged for 96 hours at 70°C	Original +8° Shore A (max)
Compression Set	ASTM D 395 Method B; AS 1683.13 Method B; BS903 A6; ISO 815; JIS K 6262	22 hours at 70°C	30% (max)
Tear Resistance	ASTM D 624 Die B; AS 1683.12; BS ISO 34-1; JIS K 6252	Original	70kJ/m (min)
Ozone Resistance	DIN 53509; ASTM D 1149; AS 1683-24; BS ISO 1431-1; JIS K 6259	50pphm at 20% strain, 40°C, 100 hours	No cracks
Seawater Resistance	BS ISO 1817; ASTM D 471	28 days at 95°C	Hardness: ±10° Shore A (max) Volume: +10/-5% (max)
Abrasion	ASTM D5963-04; BS ISO 4649: 2002 BS903 A9, Method B	Original	100mm ³ (max)
		3000 revolutions	1.5cc (max)
Bond Strength	ASTM D429, Method B; BS 903.A21 Section 21.1	Rubber to steel	7N/mm (min)
Dynamic Fatigue†	ASTM D430-95, Method B	15,000 cycles	Grade 0-1†

Tabella 1: proprietà e norme di riferimento della gomma per elementi MV

Proprietà	Valori	Norme di riferimento
Densità	0.95±0.02 g/cm³	
Carico di rottura a trazione	min 25 MPa	
Allungamento % a rottura	min 400 %	
Resistenza a compressione	min 20 MPa	
Resistenza a strappi	min 130 mJ/mm²	
Resistenza all'abrasione	120 max	
Coefficiente di attrito	0.2 max	

Tabella 2: proprietà e norme di riferimento del Polietilene UHMW per pannelli frontali

I parabordi in gomma, di tipo estruso tipo Trelleborg DD fender 100x100, in grado di assorbire 1,4kNm con una forza di reazione di 77kN (valori al m di lunghezza). I suddetti parabordi, in moduli da 500mm, verranno installati a doppia fila in modo da compensare l'escursione della marea. Il fissaggio alla banchina avverrà mediante bulloni M12 in acciaio inossidabile o zincato.

Si riportano, di seguito, le caratteristiche della gomma da utilizzare per i moduli estrusi.

Property	Testing Standard	Condition	Requirement
Tensile Strength	DIN 53504; ASTM D 412 Die C; AS 1180.2; BS ISO 37; JIS K 6251	Original	13.0 MPa (min)
		Aged for 96 hours at 70°C	10.4 MPa (min)
Elongation at Break	DIN 53504; ASTM D 412 Die C; AS 1180.2; BS ISO 37; JIS K 6251	Original	280% (min)
		Aged for 96 hours at 70°C	224% (min)
Hardness	DIN 53505; ASTM D 2240; AS1683.15.2; JIS K 6253	Original	78° Shore A (max)
		Aged for 96 hours at 70°C	Original +8° Shore A (max)
Compression Set	ASTM D 395 Method B; AS 1683.13 Method B; BS903 A6; ISO 815; JIS K 6262	22 hours at 70°C	30% (max)
Tear Resistance	ASTM D 624 Die B; AS1683.12; BS ISO 34-1; JIS K 6252	Original	60kN/m (min)
Ozone Resistance	DIN 53509; ASTM D 1149; AS 1683-24; BS ISO 1431-1; JIS K 6259	50pphm at 20% strain, 40°C, 100 hours	No cracks
Seawater Resistance	BS ISO 1817; ASTM D 471	28 days at 95°C	Hardness: ±10° Shore A (max) Volume: +10/-5% (max)
Abrasion	ASTM D5963-04; BS ISO 4649: 2002	Original	180mm³ (max)

Figura 1: proprietà e norme di riferimento della gomma per elementi estrusi

Le dimensioni dei parabordi sono riportate nell'elaborato PT03.

98.4 SCALETTE

Le scalette di risalita, in acciaio inox AISI 316, avranno le seguenti dimensioni: larghezza (lorda) 490mm, altezza 1350mm, pioli a sezione circolare di diametro 25mm, staffe di fissaggio secondo indicazioni riportate nel documento di progetto PT01. I pioli verranno saldati, internamente ed esternamente, ai montanti laterali. Il fissaggio alla banchina avverrà mediante tasselli ad espansione in acciaio inox, tipo Fisher.

98.5 COLLOCAMENTO DEGLI ARREDI DI BANCHINA

L'impresa, prima di iniziare il getto della sovrastruttura, deve controllare se nelle zone interessate siano stati posizionati accuratamente le bitte, le scalette, gli anelli alla marinara, le piastre per passerelle, le botole, gli ancoraggi delle vie di corsa dei mezzi meccanici, le piastre di ancoraggio, gli attacchi dei parabordi e lo spigolo di acciaio. Tutte le parti metalliche che, pur ancorate, rimarranno all'esterno, esposte alle intemperie ed all'aerosol marino devono essere verniciate preventivamente nelle parti non a contatto con i getti, con una mano di minio o di altro prodotto equivalente per evitare l'ossidazione e, dopo il montaggio, con due mani di vernice.

L'ancoraggio di tutti gli arredi va eseguito a regola d'arte, così da non creare inconvenienti durante il montaggio degli arredi stessi e non pregiudicarne la tenuta nel tempo.

Ciascun arredo deve essere costruito secondo i disegni esecutivi ed essere accettato dalla Direzione dei lavori; quest'ultima dà disposizioni tempestive sulle date di montaggio.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D.M. 14 gennaio 2008** - *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*
- **Circolare n. 617 del 02 febbraio 2009** - *Istruzioni per l'Applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*
- **D.Lgs n. 163 12.04.2006** - *Codice dei Contratti Pubblici dei lavori, servizi e forniture*

- **Decreto Ministero Beni e Attività Culturali 03 agosto 2000 n. 294** - *Regolamento concernente individuazione dei requisiti di qualificazione dei soggetti esecutori dei lavori di restauro e manutenzione dei beni mobili e delle superfici decorate di beni architettonici*
- **D.Lgs 29 ottobre 1999 n. 490** - *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della legge 08 ottobre 1997 n. 352*
- **DPR 21 dicembre 1999 n. 554** - *Regolamento d'attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici*
- **DPR 25 gennaio 2000 n. 34** - *Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'art. 40 del D.Lgs. 163/2006*
- **DM LLPP 19 aprile 2000 n. 145** - *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'art. 5, comma 8, del D.Lgs. 163/2006*
- **Decreto Ministero per i beni e le attività culturali 24 ottobre 2001 n. 420** - *Regolamento recante modificazioni e integrazioni al decreto del Ministro per i beni e le attività culturali 03 agosto 2000, n. 294, concernente l'individuazione dei requisiti di qualificazione dei soggetti esecutori dei lavori di restauro e manutenzione dei beni mobili e delle superfici decorate di Beni Architettonici*
- **D.Lgs 22 gennaio 2004 n. 30** - *Modificazioni alla disciplina degli appalti pubblici di lavori concernenti i Beni Culturali*
- **D.Lgs 22 gennaio 2004 n. 42** - *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*
- **Decreto Ministro dello Sviluppo Economico del 22 gennaio 2008, n. 37** - *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici" (pubblicato in G.U. n. 61 del 12.03.2008).*