

DIGA DI CEPPO MORELLI

PROGETTO DI ADEGUAMENTO

PROGETTO DEFINITIVO - Rev. 1

SPECIFICHE TECNICHE



INDICE

PREMESSA.....	1
1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	2
1.1. MATERIALI E FORNITURE IN GENERE.....	2
1.2. ACQUA.....	2
1.3. GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA.....	2
1.4. MATERIALI FERROSI E METALLI VARI.....	3
1.5. CARPENTERIE METALLICHE.....	4
1.6. LEGNAMI.....	4
1.7. TUBAZIONI.....	5
1.8. GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO.....	5
2. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE CIVILI.....	7
2.1. PROGRAMMAZIONE DEI LAVORI.....	7
2.2. SCAVI ALL' APERTO.....	7
2.2.1 GENERALITÀ.....	7
2.2.2 INTERPRETAZIONI DEI SONDAGGI E DELLE PROVE.....	8
2.2.3 LINEE DI SCAVO.....	9
2.2.4 UTILIZZAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	9
2.2.5 SMALTIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA.....	9
2.2.6 SMOTTAMENTI.....	10
2.2.7 ARMATURE PER GLI SCAVI.....	10
2.2.7.1 ARMATURE PROVVISORIE.....	10
2.2.7.2 ARMATURE PERMANENTI.....	10
2.2.8 ESAURIMENTI D' ACQUA.....	13
2.2.9 USO DELLE MINE.....	13
2.2.9.1 GENERALITA'.....	13
2.2.9.2 ATTENZIONI E LIMITAZIONI PARTICOLARI.....	13
2.3. PREPARAZIONE IMPOSTA DELLA NUOVA STRUTTURA AD ARCO-GRAVITÀ.....	14
2.3.1 DISGAGGI.....	14
2.3.2 SCAVI DI FONDAZIONE.....	15
2.3.3 ASPORTAZIONE DELLA VEGETAZIONE.....	15

2.3.4	PULIZIA E PREPARAZIONE DELLE FONDAZIONI.....	15
2.3.5	SISTEMA DI SEPARAZIONE TRA LE DUE DIGHE.....	16
2.3.5.1	PULIZIA DEL PARAMENTO DI VALLE DELLA DIGA ESISTENTE.....	16
2.3.5.2	EPDM	16
2.3.6	TENUTA E DRENAGGIO DELLE FONDAZIONI.....	17
2.3.7	ARMATURE PERMANENTI NELLA ROCCIA	17
2.3.7.1	MAGLIE DI ARMATURA	18
2.3.7.2	CHIODI E BULLONI	18
2.3.7.3	"DENTAL CONCRETE"	18
2.3.8	DRENAGGI	18
2.4.	DEMOLIZIONI	18
2.4.1	TAGLI CON FILO DIAMANTATO	19
2.5.	MICROPALI	20
2.5.1	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE	21
2.5.2	TOLLERANZE	21
2.5.3	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO.....	21
2.5.4	PERFORAZIONE	21
2.5.5	ARMATURE.....	22
2.5.6	FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO.....	22
2.5.6.1	RIEMPIMENTO A GRAVITÀ.....	22
2.5.6.2	RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE	23
2.5.6.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	23
2.5.7	CONTROLLI E MISURE.....	23
2.5.7.1	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI	24
2.6.	DRENAGGI.....	24
2.7.	RILEVATI E RINTERRI	25
2.7.1	GENERALITÀ	25
2.7.2	MATERIALI	25
2.7.2.1	MATERIALE PER RILEVATI E RINTERRI IN GENERE	25
2.7.2.2	CAVE DI PRESTITO	25
2.7.3	PREPARAZIONE DEL FONDO	25
2.7.4	POSA IN OPERA.....	26
2.7.5	COMPATTAZIONE	26
2.8.	CALCESTRUZZI E ACCIAI PER C.A.	26

2.8.1	NORME DI RIFERIMENTO.....	27
2.8.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	28
2.8.2.1	CEMENTI.....	28
2.8.2.2	AGGREGATI.....	29
2.8.2.3	ACQUA DI IMPASTO.....	29
2.8.2.4	ADDITIVI.....	29
2.8.2.5	ACCIAIO.....	30
2.8.3	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO.....	35
2.8.4	CLASSI DI RESISTENZA.....	35
2.8.5	REOLOGIA DEGLI IMPASTI E GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI.....	35
2.8.6	RAPPORTO ACQUA/CEMENTO.....	35
2.8.7	LAVORABILITÀ.....	36
2.8.8	ACQUA DI BLEEDING.....	36
2.8.9	CONTENUTO D'ARIA.....	36
2.8.10	PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ.....	36
2.8.11	TIPI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	37
2.8.11.1	CALCESTRUZZO PER GETTI MASSIVI – M.....	37
2.8.11.2	CALCESTRUZZO DI COLLEGAMENTO – M*.....	37
2.8.11.3	CALCESTRUZZO STRUTTURALE – S.....	38
2.8.12	QUALIFICA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	39
2.8.13	MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO.....	39
2.8.14	TEMPERATURE DI GETTO E MESSA IN OPERA CON CLIMI FREDDI.....	40
2.8.15	TOLLERANZE ESECUTIVE.....	41
2.8.16	CASSEFORME.....	42
2.8.16.1	PULIZIA E TRATTAMENTO.....	42
2.8.16.2	DISARMO.....	42
2.8.17	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	42
2.8.18	CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE.....	45
2.8.18.1	CAROTAGGI.....	45
2.8.18.2	ZONA DI PRELIEVO.....	45
2.9.	PROFILI DI TENUTA IDRAULICA (WATER-STOP).....	46
2.10.	RIPRISTINI AL CANALE DELLO SCARICO DI SUPERFICIE ESISTENTE.....	47
2.10.1	CAMPI PROVA E QUALIFICA DEI MATERIALI.....	48
2.10.2	IDROSCARIFICA/IDRODEMOLIZIONE DEI CALCESTRUZZI DEGRADATI.....	49

2.10.3	RICOSTRUZIONE DELLE SUPERFICI ORIGINARIE.....	49
3.	MODALITÀ PER LA PROGETTAZIONE COSTRUTTIVA, L'ESECUZIONE, LA MESSA IN OPERA ED IL COLLAUDO DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE	50
3.1.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	50
3.2.	MATERIALI E SOLLECITAZIONI.....	50
3.3.	COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO.....	50
3.4.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	51
3.4.1	GRIGLIA FISSA	51
3.4.2	CONDOTTE METALLICHE	51
3.4.3	PARATOIA DI GUARDIA.....	52
3.4.4	VALVOLA DI SCARICO	53
3.4.5	VALVOLA H.B. DI EROGAZIONE DMV (DEFLUSSO MINIMO VITALE)	54
3.4.6	IMPIANTO OLEOELETTRICO DI COMANDO	55
3.4.7	GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA	56
3.4.8	PRESCRIZIONI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI IMPIANTO ELETTRICO	56
3.5.	SALDATURE.....	57
3.6.	TRATTAMENTI DI PROTEZIONE SUPERFICIALE	58
3.7.	PIANO DI CONTROLLO QUALITÀ.....	60
3.8.	COLLAUDI IN OPERA.....	60

PREMESSA

Di seguito si riportano le Specifiche Tecniche cui l'Appaltatore sarà tenuto ad ottemperare per quanto concerne la provenienza dei materiali e le modalità realizzative per l'esecuzione degli interventi in appalto, riguardanti l'adeguamento della diga di Ceppo Morelli e consistenti in:

- esecuzione della nuova struttura ad arco-gravità
- parziale demolizione della diga esistente
- adeguamento dello scarico di superficie esistente
- nuovi organi di scarico elettromeccanici
- messa in sicurezza dello scarico di fondo esistente
- adeguamento della viabilità di accesso e servizio della diga
- sistemazioni spondali a valle della diga e trincea drenante
- opere di finitura e complementari

Nel § 1 si riportano le prescrizioni attinenti la qualità e la provenienza dei materiali, nel § 2 le modalità di esecuzione delle opere civili e nel § 3 quelle riguardanti le opere elettromeccaniche.

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.1. MATERIALI E FORNITURE IN GENERE

Salvo quanto specificatamente riportato negli articoli successivi, i materiali e le forniture in genere occorrenti per la costruzione delle opere dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia, ed inoltre corrispondere alle Specifiche Tecniche.

Essi, inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, ecc.) con la notazione che ove il richiamo nel presente testo fosse indirizzato a norme ritardate o sostituite, la relativa valenza dovrà rispettivamente ritenersi prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

Salvo diversa indicazione i materiali e le forniture proverranno da quelle località, cave, stabilimenti, industrie, ecc. che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti prescritti.

Nel caso di rifiuto della D.L. di materiali o provviste perché ritenuti, a suo giudizio insindacabile, non idonei ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirli con altri che rispondano ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore.

Tali obblighi sussistono anche nel caso che i materiali, inizialmente idonei, si siano alterati dopo l'introduzione nel cantiere.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

1.2. ACQUA

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose ed organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi dovrà rispettare i limiti e le caratteristiche stabiliti nelle presenti norme.

1.3. GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

La ghiaia, il pietrisco e la sabbia per calcestruzzi, murature e pavimentazioni dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nel D.R. 16.11.1939 N. 2229 e nel D.M. 01.11.1959 N. 1363, nonché i requisiti stabiliti da altre norme in vigore o che dovessero essere emanate dai competenti organi.

In particolare i calcari non dovranno appartenere alla serie gessosa-solfifera ed alla analisi chimica dovranno denunciare un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2%.

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale o artificiale opportunamente selezionata. L'inerte grosso potrà essere costituito da ghiaia naturale, o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.

Il peso specifico dei materiali secchi non dovrà essere inferiore a 2,6 (ASTM C127).

Gli inerti dovranno inoltre avere una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata o appiattita non dovrà eccedere il 15% in peso.

Per particelle di forma allungata o appiattita si intendono quelle in cui due qualsiasi delle dimensioni stanno tra loro in un rapporto superiore a 1:4.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni.

1.4. MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

I materiali ferrosi da impiegarsi nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, sbrecciature o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.

Le barre ed i profilati normali, le lamiere sia piane che striate di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere conformi alle norme UNI.

Le travi IPE ed HE saranno conformi alle norme UNI.

I bulloni in acciaio saranno di qualità A-5.8 o A-8.8 e conformi alle norme UNI 3740.

Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta dalla D.L.

La zincatura dei manufatti in acciaio dovrà essere conforme alle norme UNI 5742, 5743, 5744 e 5745. La quantità di zinco non sarà inferiore a 300 g/m² di superficie realmente coperta.

In particolare l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di accompagnamento delle forniture od, in mancanza, la documentazione dei controlli in officina od in cantiere.

La documentazione di accompagnamento è fornita direttamente dal produttore e consta di:

- certificato di collaudo EN 10204
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi delle norme tecniche vigenti, che tutte le prescrizioni sono soddisfatte, con riportati gli estremi del marchio ed indicati i riferimenti dell'ultimo certificato del laboratorio ufficiale

Qualora, sia presso l'Appaltatore, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) sia scorporata per cui una parte viene a perdere l'originale marchiatura del produttore, è responsabilità dell'Appaltatore e del commerciante documentare la provenienza del materiale.

In mancanza della documentazione di accompagnamento, l'Appaltatore procederà a proprio onere ai controlli in officina od in cantiere con una frequenza di prelievi stabilita dalla D.L. Sui campioni saranno eseguite tutte le prove di laboratorio prescritte dalla normativa vigente. La relativa documentazione sarà trasmessa alla D.L. prima della messa in opera.

Il piombo, lo zinco, il rame ed eventuali altri metalli e leghe da impiegare nei lavori dovranno essere della migliore qualità, ben fusi o laminati a seconda delle opere da eseguire e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma e ne alteri la resistenza e la durata.

In particolare i vari metalli saranno rispondenti alle sotto elencate norme UNI:

- rame: UNI 5649 e 3310
- bronzo e ottone: UNI 6346
- piombo: UNI 3165
- zinco: UNI 4201 e 4202
- stagno: UNI 3271
- alluminio: UNI 3022

1.5. CARPENTERIE METALLICHE

Le carpenterie metalliche quali profilati, parapetti, ecc. incluse tra le opere del presente appalto dovranno essere protette dalla corrosione mediante zincatura a caldo.

Tutte le strutture metalliche (salvo dove diversamente specificato) verranno realizzate con profilati, lamiere e piatti in acciaio S355JR.

I materiali saranno nuovi ed esenti da difetti occulti e la loro fornitura sarà corredata dalla certificazione di cui al precedente § 1.4.

1.6. LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 ed alle norme vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze alla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiuntura dei centri delle due basi non debba uscire in alcun modo dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quadro del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadriati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadriati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

1.7. TUBAZIONI

a) *Tubi di acciaio.* - I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati.

Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

b) *Tubi di cemento.* - I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente circolare di spessore uniforme e scevri da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

c) *Tubi in PVC.* - I tubi in cloruro di polivinile (PVC) saranno del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447, muniti di giunti a bicchiere da sigillare con collante. I raccordi ed i pezzi speciali saranno compatibili con le norme di cui sopra. Il tipo di collante da impiegare sarà quello suggerito dal fabbricante dei tubi.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio. Inoltre i tubi, i raccordi ed i pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

1.8. GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla D.L.

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 200 g/m² e non superiore a 400 g/m².

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi, e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal costruttore che attestino la rispondenza del materiale alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti e potrà richiedere il prelievo di campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare prove di laboratorio.

2. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE CIVILI

2.1. PROGRAMMAZIONE DEI LAVORI

Almeno 15 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti. Nell'esecuzione l'Appaltatore dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla D.L.

Sarà facoltà della D.L. disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro illustrate nel programma lavori descritto nella Relazione generale (v. All. X.01), dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione al tempo stabilito per l'esecuzione delle opere.

L'Appaltatore, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

2.2. SCAVI ALL'APERTO

2.2.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore dovrà eseguire tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere permanenti in qualsiasi tipo di materiali.

L'Appaltatore è libero di adottare nelle operazioni di scavo il sistema che riterrà più idoneo ed opportuno salvo naturalmente attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Egli dovrà in ogni caso predisporre tutti gli accorgimenti necessari per assicurare l'incolumità degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per il lavoro dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Per l'esecuzione degli scavi e relativi trasporti di materie, l'Appaltatore sarà libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla D.L. e non siano pregiudizievoli per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero praticamente deficienti e comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori, l'Appaltatore è tenuto ad aumentarli, a modificarli, e, se necessario, a sostituirli totalmente, e ciò a tutte sue spese senza che egli possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le

eventuali modifiche suggerite dalla D.L., né pretendere compensi o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

In relazione alla natura, alla stratificazione, alla stabilità ed in genere a tutte le particolari condizioni e requisiti dei terreni che si incontrano, i lavori debbono essere condotti con la massima cautela e regolarità in modo da impedire ogni scoscendimento di materie, in modo da garantire la piena ed assoluta sicurezza degli operai.

L'Appaltatore dovrà ridurre al minimo il tempo durante il quale resteranno aperti gli scavi allo scopo di evitare degradazioni del terreno messo a nudo e per impedire rilassamenti.

La D.L. avrà sempre la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di stabilire la sospensione e la limitazione dello scavo, se lo riterrà necessario, per stabilità delle scarpate, specialmente nei periodi di pioggia.

Le scarpate degli scavi dovranno essere convenientemente sistemate con le pendenze e sagome ordinate, anche a mano ove occorra; il relativo onere si intende compreso nei prezzi di elenco.

Nel caso che, a giudizio della D.L., le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla D.L., l'Appaltatore deve prendere, di sua iniziativa, tutte le disposizioni necessarie atte ad assicurare il buon andamento dei lavori, in modo che, ad opera compiuta, ogni scavo, insieme ad una perfetta esattezza del tracciato e delle pendenze, presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua stabilità e funzionalità.

2.2.2 INTERPRETAZIONI DEI SONDAGGI E DELLE PROVE

I risultati dei sondaggi e delle prove eseguite dal Concessionario e la loro interpretazione messa a disposizione dell'Appaltatore sono da ritenersi indicativi. Il Concessionario infatti non dà alcuna garanzia né sulla rispondenza degli stessi all'effettiva natura dei terreni che saranno incontrati durante gli scavi, né sulla rispondenza delle previsioni delle difficoltà di scavo con quelle effettive che dovranno essere superate.

L'Appaltatore, infatti, in fase di offerta a suo esclusivo giudizio dovrà provvedere a tutte le indagini e prove che riterrà idonee per valutare l'effettiva natura e difficoltà degli scavi che andrà ad eseguire.

Resta infatti fin d'ora stabilito che l'Appaltatore nello studio di offerta ha valutato e previsto le effettive natura e caratteristiche dei terreni e le effettive entità e direzione delle spinte e dei carichi che saranno incontrati.

Di conseguenza la mancata rispondenza delle previsioni del Concessionario alla

situazione di fatto non potrà essere invocata a sostegno di richieste di compensi basate sull'imprevisto geologico di cui all' Art. 1664 del Codice Civile.

2.2.3 LINEE DI SCAVO

Gli scavi in genere dovranno essere eseguiti in conformità dei disegni di progetto e delle particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L.

L'ubicazione, la disposizione e le dimensioni degli scavi risulteranno infatti definiti in linea di massima dai disegni di progetto, ma le definitive dimensioni saranno però determinate soltanto man mano che gli eventuali sondaggi ed i lavori di escavazione procederanno e saranno note la natura, le condizioni e la giacitura dei terreni sottostanti.

Le linee di scavo potranno pertanto essere modificate, ad esclusivo giudizio della D.L., in funzione della natura dei terreni attraversati.

Di tali circostanze l'Appaltatore dichiara di essere ben edotto e di averne tenuto debito conto nel presentare la sua offerta.

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi speciali da parte dell'Appaltatore, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

Eventuali scavi eseguiti dall'Appaltatore per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della D.L., non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento. L'Appaltatore, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla D.L. di caso in caso.

2.2.4 UTILIZZAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Se giudicato idoneo dalla D.L., il materiale scavato potrà essere impiegato per la costruzione di rilevati e rinterri. Tale materiale dovrà essere sistemato nelle aree approvate dalla D.L.

Gli scavi saranno sviluppati in maniera da evitare mescolamenti dei materiali per la costruzione delle opere con quelli da portare a discarica.

2.2.5 SMALTIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA

Il materiale di scavo non utilizzato per rilevati o rinterri sarà scaricato nelle aree approvate dal Committente e dalla D.L. Sarà obbligo dell'Appaltatore ottenere regolari permessi di discarica ed esibire tali permessi alla D.L. prima dell'inizio dei lavori di scavo.

Il materiale portato nelle discariche sarà collocato in forma tale che risulti stabile, che non danneggi e/o ostacoli strade, il deflusso di acque e che non arrechi danni alle proprietà.

In merito, l'Appaltatore è tenuto ad osservare tutte quelle prescrizioni che la D.L.

crederà opportuno impartire, restando a completo carico dell'Appaltatore ogni eventuale onere che gli possa derivare.

Tutte le aree predisposte a scarica saranno acquisite a cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa o per materiale in esubero l'Appaltatore è tenuto al trasporto a scarica autorizzata.

2.2.6 SMOTTAMENTI

L'Appaltatore prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla D.L. Qualsiasi smottamento, movimenti di massi o terra, che si verificano nelle aree di scavo dovuto a qualsiasi causa, sarà eliminato a carico dell'Appaltatore. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e comportano riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'Appaltatore. I materiali di riempimento saranno scelti dalla D.L.

2.2.7 ARMATURE PER GLI SCAVI

2.2.7.1 ARMATURE PROVVISORIE

Dove sia necessario, l'Appaltatore dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone ed alle opere in costruzione. La D.L. potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistano pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa essere motivo di reclamo da parte dell'Appaltatore. In ogni caso sarà l'Appaltatore l'unico responsabile per i danni alle persone o alle opere che possano derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo.

2.2.7.2 ARMATURE PERMANENTI

Saranno considerate armature permanenti degli scavi i seguenti materiali:

- a) bulloni da roccia, ad ancoraggio chimico e autoperforanti
- b) barre d'ancoraggio iniettate

Le armature permanenti degli scavi verranno installate o applicate di norma ove indicate nei disegni e/o dalla D.L.

Essendo però l'Appaltatore responsabile della stabilità degli scavi e quindi responsabile di ogni eventuale danno che venisse causato a persone o a cose, sia del Committente che di terzi, in dipendenza dei lavori, potrà installare qualsiasi armatura permanente

che ritenga necessario anche senza la previa approvazione della D.L. In questo caso l'Appaltatore dovrà dimostrare alla D.L. l'utilità dell'armatura installata per poterne ottenere il pagamento.

Perforazione per bulloni e barre:

I fori dovranno essere perforati nella posizione e con l'inclinazione e profondità indicate nei disegni e/o dalla D.L.

La perforazione potrà essere eseguita a percussione, rotazione o rotoperussione a convenienza dell'Appaltatore.

Ogni foro dovrà essere accuratamente lavato e protetto da eventuali ostruzioni per mezzo di opportuno tappo fino alla posa del bullone o barra.

Fori che si ostruissero saranno riperforati a spese dell'Appaltatore.

Il diametro dei fori sarà compatibile con il diametro dei bulloni e delle barre e potrà variare da 2 a 2,5 volte il diametro di questi ultimi.

Bulloni d'ancoraggio:

I bulloni d'ancoraggio saranno usati per sostenere blocchi di roccia instabile e saranno del tipo ad ancoraggio chimico quando le condizioni meccaniche della roccia, a giudizio della D.L., lo richiedano.

- Bulloni ad ancoraggio chimico

I bulloni ad ancoraggio chimico saranno costituiti da barre di acciaio tipo B 450 C ad aderenza migliorata.

Le barre dovranno avere diametro minimo di 24 mm; la loro superficie sarà sagomata per migliorare l'aderenza della barra alla miscela delle resine; una delle estremità sarà dotata di punta per facilitare la rottura delle cartucce di resina, mentre l'altra estremità sarà filettata.

La cartuccia chimica per l'ancoraggio della barra alla roccia dovrà essere resistente all'acqua, e sarà costituita da un tubo di plastica contenente in forma separata una resina ed il relativo accelerante.

La resina sarà del tipo poliestere o di tipo equivalente approvata dalla D.L., mescolata ad inerte fino di tipo minerale. L'accelerante sarà costituito da un catalizzatore altamente reattivo.

Le cartucce dovranno avere una lunghezza variabile tra 400 e 800 mm ed un diametro di circa 25 mm. Il tempo di inizio della presa varierà da 1 a 5 minuti e la fine presa non dovrà essere superiore alle 24 ore.

Le piastre d'appoggio avranno le dimensioni minime di 150×150×6 mm.

L'Appaltatore dovrà fornire alla D.L. per l'approvazione i disegni ed i dati relativi alle caratteristiche tecniche delle barre, cartucce ed accessori che intende impiegare, almeno 30 giorni prima della data prevista per il loro impiego.

L'Appaltatore dovrà altresì fornire, sulla base di prove sperimentali, i tempi di presa delle resine impiegate, al fine di stabilire i tempi della messa in tensione senza il pericolo di danneggiare il bullone.

La profondità dei fori dovrà essere tale da permettere al bullone di sporgere dalla

bocca del foro per circa 150 mm.

L'installazione dei bulloni avverrà con le modalità indicate dal fabbricante ed approvate dalla D.L.

I bulloni che non potranno essere tensionati al loro carico totale dovranno essere sostituiti a spese dell'Appaltatore.

- **Bulloni autoperforanti**

I bulloni autoperforanti consentono di eseguire la perforazione, l'installazione dell'ancoraggio e l'iniezione in un'unica fase.

I bulloni saranno a sezione circolare cava con Ø est 32 mm e sezione della corona circolare pari a 500 mm², costituiti da acciaio tipo B 450 C ad aderenza migliorata.

La superficie esterna sarà conformata a filettatura, tale da permettere la giunzione a manicotto fra le singole barre costituenti il chiodo, senza sfilaggio in fase di perforazione.

Il puntale a perdere sarà del tipo per roccia, con inserti in carburo di calcio.

La cavità della barra verrà utilizzata in fase di perforazione per la circolazione di acqua ed aria, in fase di iniezione per l'introduzione della miscela cementizia.

Le piastre di ancoraggio avranno dimensioni 200×200×8 mm.

Barre passive:

Le barre passive di ancoraggio iniettate saranno utilizzate sia per sostenere blocchi di roccia instabile sia per ancorare strutture in calcestruzzo alla roccia ove indicato nei disegni o richiesto dalla D.L.

Le barre passive saranno costituite da acciaio tipo B 450 C ad aderenza migliorata. Le barre saranno tagliate a misura e piegate come indicato nei disegni.

Al momento di essere introdotte nei fori, le barre saranno pulite ed esenti da scorie, grasso, olio, polvere, ed altre materie che impediscano l'aderenza con la miscela d'iniezione.

Le barre saranno introdotte nei fori avendo cura di rispettare la lunghezza prefissata da lasciare libera.

Iniezione delle barre:

Le barre passive dopo essere state introdotte nel foro saranno iniettate. Le barre saranno iniettate solo ove indicato sui disegni o richiesto dalla D.L.

L'iniezione dei fori avverrà utilizzando malte cementizie premiscelate per ancoraggi, caratterizzate da comportamento reoplastico, a ritiro compensato, aventi la seguente composizione indicativa per metro cubo:

- acqua: 570 l
- cemento tipo III B (altoforno) 42,5: 1250 kg
- additivo tipo Flowcable – Basf: 45 kg

La resistenza cubica a compressione della miscela cementizia deve risultare non inferiore a 30 MPa a 28 giorni di maturazione.

La composizione definitiva della miscela, che deriverà da adeguate prove di

laboratorio a carico dell'Appaltatore, dovrà essere preventivamente approvata dalla D.L.

Prima dell'iniezione o dell'introduzione delle barre, i fori dovranno essere lavati con acqua ed aria in pressione fino a quando l'acqua non esca limpida e senza frammenti di roccia.

L'iniezione di ogni foro sarà eseguita dopo l'introduzione della barra. Le barre dovranno essere pulite da ruggine, olio o sostanze che possano pregiudicarne l'aderenza.

Il riempimento del foro con la miscela di iniezione sarà eseguito tramite apposito tubicino a fondo foro per le barre, tramite la testa di perforazione per gli autoperforanti.

L'Appaltatore dovrà disporre delle attrezzature necessarie ad eseguire le iniezioni in pressione.

Verranno adottati i provvedimenti opportuni al fine di assicurare che le barre non vengano sottoposte a nessun movimento fino a completo indurimento della miscela.

Per l'inghisaggio della barre d'armatura potranno essere utilizzate anche resine.

2.2.8 ESAURIMENTI D'ACQUA

L'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura ad assicurare l'eliminazione delle acque di qualsiasi provenienza e quantità durante l'esecuzione dei lavori di scavo e delle successive opere murarie, inclusi i lavori complementari previsti in progetto.

2.2.9 USO DELLE MINE

2.2.9.1 GENERALITA'

Per quanto riguarda l'uso delle mine, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore relativi alla custodia e all'uso degli esplosivi.

Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare ogni danno alle persone e alle cose, delle cui conseguenze esso è sempre ed unico responsabile.

L'esplosivo sarà usato in quantità e con potenza tale da non causare fratture, fessure e rilassamenti al terreno sia vicino che lontano alle linee finali di scavo.

L'Appaltatore sottoporrà alla D.L. per l'approvazione le caratteristiche dell'esplosivo, la distribuzione e quantità delle cariche, il diametro, profondità e spaziatura dei fori, il tipo e la quantità dei detonatori, il sistema di sparo e le misure di sicurezza previste.

Le operazioni di caricamento e di innesto dell'esplosivo saranno eseguite solo da personale specializzato e munito di regolare licenza di fochino. La presenza di personale non specializzato non sarà ammessa a queste lavorazioni.

2.2.9.2 ATTENZIONI E LIMITAZIONI PARTICOLARI

Innanzitutto la scelta dell'orario in cui verranno effettuati gli spari e le conseguenti

segnalazioni acustiche di preavviso saranno concordate e definite con la D.L.

In fase di definizione del posizionamento delle cariche, i rischi potenziali da tenere in conto saranno essenzialmente quelli attinenti:

- alle vibrazioni indotte;
- ai rumori e sovrappressioni in aria;
- al lancio dei detriti.

Verranno controllati gli effetti indotti tramite sismografo a quattro canali di lettura contemporanea (uno acustico e tre sismici) munito di geofoni verticali, orizzontali e radiali, a verifica del superamento o meno della soglia di sopportazione umana per il rumore, dei valori effettivi di vibrazione e frequenza rispetto ai possibili danni alle strutture esistenti.

I dati rilevati verranno analizzati congiuntamente alla D.L. e saranno, conseguentemente e se del caso, definiti gli accorgimenti da adottare per diminuire sovrappressioni e vibrazioni.

Per le vibrazioni le caratteristiche di riferimento saranno la frequenza (Hz) e la velocità (mm/s).

Le normative di riferimento: la DIN 4150 o le norme svizzere (Sn 640312a) dell'aprile 1992.

I sismografi verranno installati nelle posizioni indicate in sede di progettazione esecutiva e/o indicate dalla D.L.; i limiti delle vibrazioni saranno sempre indicati nel progetto esecutivo.

Per i rumori e le sovrappressioni in aria, il limite di sopportazione senza danni per l'uomo sono i 180 dB, livelli limite ritenuti accettabili corrispondono a 140 dB.

Per le sovrappressioni in aria, la sovrappressione classificata "nessun danno" corrisponde a 210 Pa (140 dB).

Per il lancio dei detriti di esplosione non esistono normative di riferimento. Il calcolo delle distanze massime cui posso arrivare i detriti, deve essere eseguito dall'Appaltatore alla fine della salvaguardia delle maestranze, dei mezzi d'opera e delle lavorazioni già eseguite.

Le realtà strutturali esistenti che necessitano della massima attenzione all'impiego degli esplosivi sono essenzialmente:

- la diga esistente
- la galleria dello scarico intermedio

2.3. PREPARAZIONE IMPOSTA DELLA NUOVA STRUTTURA AD ARCO-GRAVITÀ

2.3.1 DISGAGGI

Si eseguirà l'accurato disgaggio delle sponde della gola dove verrà impostata la nuova struttura ad arco-gravità per un tratto di 50 m a valle della diga esistente.

Innanzitutto verrà rimosso un blocco roccioso individuato dagli studi geologici (v. All.

X.02) come ipoteticamente instabile; l'Appaltatore dovrà in merito eseguire uno studio morfologico di dettaglio prima della demolizione di questo blocco roccioso; si prevede per questo intervento l'impiego di localizzate cariche di esplosivo, secondo le modalità indicate al § 2.2.9.

Successivamente si procederà tramite rocciatori, ed eventualmente in alcune zone anche con piani di lavoro provvisionali, al disgrego generalizzato dei versanti.

Questi interventi consistono nel verificare in dettaglio l'eventuale instabilità di piccoli blocchi rocciosi (< 1 m³) e nella loro rimozione con mezzi manuali od elettropneumatici, ed eventualmente con l'impiego di localizzate cariche di esplosivo; anche in questo caso l'impiego dell'esplosivo avverrà secondo le specifiche del § 2.2.9.

2.3.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Gli unici scavi di fondazione veri e propri previsti per l'imposta delle nuove strutture sono indicati nei disegni di progetti in corrispondenza di limitate zone, in particolare:

- della parte finale del muro sinistro dello scarico di superficie in corpo diga
- delle fondazioni del salto di ski

Per la realizzazione di questi interventi verranno allestiti anche piani di lavoro provvisionali.

Questi scavi è previsto che vengano eseguiti con esplosivo, secondo le specifiche indicate al § 2.2.9.

2.3.3 ASPORTAZIONE DELLA VEGETAZIONE

In corrispondenza di tutte le fondazioni della nuova struttura ad arco-gravità verrà eseguita una accurata rimozione, dall'alto verso il basso, di tutta la vegetazione ivi presente, innanzitutto verranno rimossi gli arbusti veri e propri iniziando col taglio del loro fusto e con la successiva asportazione dell'apparato radicale; si procederà quindi con la rimozione di tutte le cenge erbose e di ogni residuo vegetale, terroso e antropico accumulatosi negli anni.

Una pulizia meno accurata verrà eseguita sulle sponde a valle dell'imposta vera e propria della nuova struttura ad arco-gravità, in tutta la zona che incombe sull'area dei lavori, per circa 20 m a valle del nuovo piano di coronamento.

Questi interventi verranno eseguiti con mezzi manuali con l'ausilio di rocciatori ed anche tramite l'allestimento di piani di lavoro provvisionali.

2.3.4 PULIZIA E PREPARAZIONE DELLE FONDAZIONI

La superficie di fondazione della nuova struttura ad arco-gravità, una volta ultimati gli interventi di disgrego ed asportazione della vegetazione, verrà accuratamente pulita e preparata per i successivi getti.

In particolare verranno eseguiti getti di aria e acqua in pressione per rimuovere dalla roccia e soprattutto dagli anfratti tutte le tracce vegetali ed organiche eventualmente

ancora presenti.

In definitiva la roccia, prima dei getti, dovrà risultare perfettamente pulita e compatta.

Questi interventi verranno eseguiti con l'ausilio di rocciatori e tramite l'allestimento di piani di lavoro provvisori.

Per quanto riguarda la zona di imposta in alveo, essa verrà denudata sino a circa quota 738 m s.m. in corrispondenza dell'unghia di valle.

Per fare questo verrà preventivamente eseguita una piccola tura a protezione dalle acque eventualmente rilasciate in alveo; la tura verrà eseguita secondo le modalità indicate al § 2.7.

2.3.5 SISTEMA DI SEPARAZIONE TRA LE DUE DIGHE

Come precisato nella Relazione generale (All. X.01), la nuova struttura ad arco-gravità deve essere fisicamente separata in elevazione dalla diga esistente.

Per fare questo si è deciso di adottare un sistema di separazione tra i due sbarramenti costituito da uno strato di EPDM di 2 cm di spessore avente una densità di 200 kg/m³. L'EPDM (Etilene Propilene Diene Monomero) è un polimero sintetico a celle chiuse abitualmente impiegato per guarnizioni.

Le lastre di EPDM devono essere fornite con uno strato adesivo per il loro fissaggio temporaneo al paramento di valle della diga esistente, durante le fasi di getto della nuova.

L'applicazione dell'EPDM verrà eseguita mano a mano che si sviluppano in elevazione i getti della nuova struttura ad arco-gravità.

2.3.5.1 PULIZIA DEL PARAMENTO DI VALLE DELLA DIGA ESISTENTE

Prima di fissare le lastre di EPDM al paramento di valle della diga esistente, questo deve essere accuratamente pulito con getti di acqua e aria in pressione in modo da rimuovere tutte le tracce di sostanze organiche, le concrezioni, e garantire un supporto perfettamente pulito e compatto.

2.3.5.2 EPDM

Strato di 2 cm di EPDM (Etilene Propilene Diene Monomero) fornito in lastre con uno strato adesivo per il fissaggio temporaneo al paramento di valle della diga esistente, durante le fasi di getto della nuova.

Le caratteristiche tecniche dell'EPDM devono essere le seguenti:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Composizione: | EPDM (no zolfo) |
| • Norma riferimento ASTM D-1056: | RE 42/2A3 |
| • Struttura cellulare: | chiuse |
| • Densità (ISO 845-88 – ASTM D 3575): | 200 ± 20 kg/m ³ |
| • Assorbimento acqua (ASTM D 1056): | < 5% |
| • Campo di temperatura costante (ASTM D 3575): | -40 °C + 95 °C |

- Restringimento lineare dopo 7 gg a 70 °C (ASTM D 1204): < 5%
- Allungamento a rottura (ASTM D 412): > 150%
- Resistenza a rottura (ASTM D 412): 6 kg/cm² (600 kPa)
- Resistenza a lacerazione (ASTM D 624): 4 kg/cm (0,40 kN/m)
- Resistenze: Aria + U.V. ottime
Ozono 48h/200pphm
- Resistenza alla compressione (ASTM 1056/85): al 25% 0,65 kg/cm² (65 kPa)
al 50% 1,2 kg/cm² (120 kPa)
- Durezza shore 00 (ASTM D 2240): 65 ± 5
- Resistenza al fuoco: Passa (FR) (MVSS 302 – FIAT 50433)
- Sistema di vulcanizzazione: no zolfo

2.3.6 TENUTA E DRENAGGIO DELLE FONDAZIONI

In prossimità delle imposte rocciose della diga l'elemento di separazione (EPDM, di cui al paragrafo precedente) si interrompe. Per garantire la perfetta solidarizzazione della nuova diga all'imposta, sia con la struttura esistente che con la roccia, è stata prevista la messa in opera negli ultimi 3÷4 m a cavallo tra la diga esistente e l'imposta rocciosa (1,5÷2 m per parte) l'applicazione, preventiva ai getti della nuova diga, di un adesivo epossidico bicomponente.

L'applicazione di questo prodotto sarà ovviamente preceduta dalla perfetta pulizia e scarifica con getti di acqua e aria in pressione, sia del calcestruzzo della diga esistente che della roccia.

Verso valle poi le restanti fondazioni e imposte della nuova struttura ad arco-gravità verranno drenate a gravità verso il cunicolo ispezionabile a quota 745 m s.m. (galleria di drenaggio) e da qui scaricate a valle (con clapet di non ritorno).

Inoltre, in ottemperanza alle conclusioni degli ultimi approfondimenti geologici (v. All. X.02), durante le iniziali fasi di pulizia dei versanti verrà valutata con attenzione anche la possibilità di iniettare solo le eventuali fratture aperte rilevate nell'imposta rocciosa.

Per quanto riguarda l'adesivo epossidico previsto per la solidarizzazione strutturale tra i nuovi calcestruzzi e l'imposta a cavallo tra i calcestruzzi esistenti e la roccia, esso deve essere bicomponente, esente da solventi, ed avere inoltre le seguenti caratteristiche:

- Ritiro lineare (EN 12617-1): ≤ 0,1%
- Prestazioni finali su calcestruzzi incollati:
 - Adesione al calcestruzzo (EN 12636): rottura nel calcestruzzo
 - Sensibilità all'acqua (EN12636): rottura nel calcestruzzo
 - Resistenza al taglio (EN 12615): ≥ 6 N/mm²
 - Resistenza al taglio (EN 12190): ≥ 30 N/mm²

2.3.7 ARMATURE PERMANENTI NELLA ROCCIA

Nelle posizioni indicate nei disegni di progetto e ogniqualvolta la D.L. lo prescriva, verranno messe in opera armature permanenti nella roccia. Questi interventi verranno

eseguiti sia prima dei getti che man mano che i getti procederanno verso l'alto e si avrà comodo accesso alle sponde. Esse consistono in:

- eventuali maglie di armatura in corrispondenza degli spigoli rocciosi più accentuati
- chiodi e bulloni sia di collegamento calcestruzzo-roccia che di assicurazione di piccoli blocchi esposti

2.3.7.1 MAGLIE DI ARMATURA

In corrispondenza di eventuali spigoli rocciosi accentuati, la D.L. potrà prescrivere di armare i getti con maglie di armatura in acciaio ad aderenza migliorata B 450 C, secondo le specifiche del § 2.8.2.5.

2.3.7.2 CHIODI E BULLONI

Si distinguono i seguenti tipi di bulloni:

- a) bulloni da roccia, ad ancoraggio chimico e autoperforanti
- b) barre d'ancoraggio iniettate

Per queste lavorazioni valgono le specifiche del § 2.2.7.2.

2.3.7.3 "DENTAL CONCRETE"

Il "dental concrete" consiste nell'inserzione di calcestruzzi preconfezionati e/o malte in corrispondenza di cavità, cavillature, fessure, ecc. della roccia.

La tipologia delle miscele cementizie da adottarsi così come la definizione delle loro modalità di messa in opera andranno stabiliti sul posto con la D.L.

2.3.8 DRENAGGI

E' prevista la posa in opera progressiva di drenaggi in corrispondenza delle imposte e fondazioni della nuova struttura ad arco-gravità, ed il loro sicuro collegamento con la rete principale realizzata a quote inferiori.

Per questa lavorazione valgono le prescrizioni di cui al § 2.6.

2.4. DEMOLIZIONI

Le demolizioni riguardano in particolare le strutture in calcestruzzo armato della diga esistente, le pile e la passerella pedonale, sempre in calcestruzzo armato, sopra la soglia dello scarico di superficie esistente e piccole parti del muro di valle di questo scarico.

L'Appaltatore è obbligato ad accertare con la massima cura la struttura di ogni elemento che deve essere demolito, sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne lo stato di conservazione e le tecniche costruttive. Per questa ragione verranno forniti all'Appaltatore i disegni disponibili delle opere da demolire, ferma restando la sua responsabilità nell'accertare la corrispondenza tra i disegni e lo stato di fatto.

L'Appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni delle strutture in c.a. dovrà presentare

alla D.L. per approvazione una relazione che descriva le modalità esecutive e i mezzi che intende adottare per le demolizioni, il tutto corredato da schemi grafici e da un cronoprogramma dettagliato di questi interventi.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni delle strutture individuate negli elaborati progettuali. Quando venissero demolite altre parti delle strutture o venissero oltrepassati i limiti stabiliti in progetto, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Appaltatore a sua cura e spese.

Il personale addetto alle demolizioni dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori che per l'individuazione immediata di condizioni di pericolo. Il personale incaricato di questi interventi dovrà essere coordinato dal Capo Cantiere preposto a queste lavorazioni.

E' fatto assolutamente divieto per le demolizioni delle strutture esistenti l'impiego di esplosivi di qualsiasi natura.

Materiali di risulta particolarmente ingombranti dovranno essere movimentati e calati con mezzi idonei e particolare cura in aree dove possano essere agevolmente demoliti in parti più piccole o caricati su automezzi per essere allontanati dal cantiere.

Il materiale di risulta delle demolizioni dovrà essere trasportato presso discarica autorizzata.

2.4.1 TAGLI CON FILO DIAMANTATO

Il progetto prevede l'isolamento delle porzioni della diga esistente da demolire tramite tagli con filo diamantato, secondo le indicazioni riportate negli elaborati progettuali.

In particolare:

Diga esistente: va demolita quella parte della struttura sopra quota ~775 m s.m. interessata dalla realizzazione dell'imbocco dello scarico di superficie in corpo diga e dello scarico di fondo; si tratta di un settore di superficie laterale di un cono aggettante verso valle, di circa 20 m di larghezza, 9 m di altezza e spessore variabile da 1 m a 1,2 m. Si pensa di suddividere questo settore in almeno 2 pezzi (10x9 m²), in modo da facilitarne il ribaltamento e l'abbattimento verso monte sui sedimenti che riempiono l'invaso, ove potrà essere facilmente demolito mediante martellone.

La struttura esistente (leggermente armata sui due paramenti) verrà dapprima perforata a quota 775 m s.m. da due o più perforazioni inclinate verso monte, ove verrà fatto scorrere il filo diamantato per la realizzazione di un taglio sub-orizzontale; le attrezzature di taglio scorreranno su binari posti sui getti (sospesi a quota ~774 m s.m.) della nuova struttura. Anche la posa e la movimentazione delle carrucole di rimando sul paramento di monte sono facilitate dalla presenza del "piazzele" costituito dai sedimenti che riempiono l'invaso sino a quota 773÷774 m s.m. Si procederà poi ai tre (almeno) tagli verticali sempre con l'attrezzatura posta sui getti (sospesi) a valle ed infine al ribaltamento verso monte dei 2 (o 3) pezzi mediante funi collegate al coronamento e tesate da mezzi cingolati (e/o tirfort).

Spalle a gravità: parte delle spalle esistenti (v. disegni di progetto) vanno demolite per poter realizzare le nuove spalle della struttura ad arco-gravità.

In sponda sinistra il taglio è piuttosto limitato (~40 m²) e l'installazione può essere la stessa già utilizzata per la diga.

In sponda destra invece la struttura esistente è fondata a quota ~770 m s.m. e quindi verrà lasciato un pozzo nei nuovi getti di 4 m di profondità per l'installazione della carrucola di rimando del filo diamantato: le attrezzature possono essere ubicate sopra lo scarico di mezzofondo a quota 784 m s.m.

Per la realizzazione dei tagli verranno preventivamente eseguiti i prefori attraverso cui far passare il filo diamantato.

Essi saranno perforazioni con diametro utile ≥ 80 mm a carotaggio continuo con corona diamantata, eseguite dal paramento di valle della diga esistente.

Le carote estratte, catalogate e disposte in cassette, saranno messe a disposizione della D.L.

L'apparecchiatura di azionamento del filo, che correrà su appositi binari, sarà disposta sul piano dei nuovi getti della struttura ad arco-gravità, opportunamente interrotti a quota ~774 m s.m., mentre per gli interventi di taglio in sponda destra è prevista l'installazione del macchinario a quota 784 m s.m. sopra lo scarico di mezzofondo.

Qualora a causa della rottura del filo o per altri motivi risultasse indispensabile effettuare una nuova perforazione per riprendere le operazioni di taglio (l'onere della riperforazione è a carico dell'Appaltatore), particolare cura dovrà essere posta alla complanarità dei due tagli.

Qualora l'Appaltatore, per ragioni operative, ritenga opportuno effettuare altre perforazioni (per esempio per ridurre la superficie del taglio), queste dovranno essere accettate dalla D.L. e non saranno oggetto di alcun compenso specifico.

2.5. MICROPALI

Sono previsti in progetto micropali per fondare i calcestruzzi del sovrizzo del muro di valle dello scarico di superficie esistente nel tratto di valle dello stesso, dove il piano della roccia degrada. I micropali avranno profondità tale da approfondirsi in roccia per almeno 3 m.

Si definiscono micropali i pali trivellati aventi diametro non maggiore di 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- Tipo A) riempimento a gravità
- Tipo B) riempimento a bassa pressione

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- Tipo A), per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui

- modulo di deformazione a breve termine superiori orientativamente i 20 MPa
- Tipo B) per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 20 MPa

2.5.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere concordati con la D.L.

2.5.2 TOLLERANZE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diversa indicazione della D.L.;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto; il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore.

2.5.3 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura e spese dell'Appaltatore, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo.

2.5.4 PERFORAZIONE

La perforazione deve essere in genere condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo B) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per il tipo A) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della D.L..

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 ÷ 0,08

- cemento/acqua: 0,18 ÷ 0,23

In ogni caso la perforazione sotto falda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere 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 dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento.

2.5.5 ARMATURE

Si useranno tubi di acciaio S355 e conformi alle norme UNI 7729 senza saldatura longitudinale. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

2.5.6 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà 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. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di frammenti e di acqua nel preforo.

2.5.6.1 RIEMPIMENTO A GRAVITÀ

Il riempimento del preforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati

esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Si potrà usare l'armatura come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato da posizionare nell'intercapedine palo/perforazione.

2.5.6.2 RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE

Il foro dovrà essere interamente rivestito: la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (5÷6 kg/cm²) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 1÷2 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

2.5.6.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela per l'iniezione dei micropali avrà le seguenti caratteristiche indicative:

- Rapporto acqua/cemento: < 0,5
- Rck: ≥ 30 MPa
- L'inerte dovrà essere costituito:
 - da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità
 - da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione
- Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:
 - per le malte, kg 600 di cemento per m³ di impasto
 - per la paste, kg 900 di cemento per m³ di impasto
- Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento

Comunque l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione alla D.L., prima dell'inizio dell'esecuzione dei micropali, la documentazione attestante le caratteristiche della miscela di iniezione.

2.5.7 CONTROLLI E MISURE

La profondità delle perforazioni, da valutare rispetto alla quota terreno, verrà misurata in doppio modo:

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo
- in base alla lunghezza dell'armatura

La differenza tra le due misure dovrà risultare $< 0,10$ m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Saranno confezionati cubetti da sottoporre presso laboratorio ufficiale a misura di peso di volume e prova di resistenza cubica a compressione a 28 giorni di maturazione nella misura di almeno un cubetto per micropalo.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della D.L.

2.5.7.1 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la D.L., di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo
- data di inizio perforazione, termine del getto (o iniezione)
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione

2.6. DRENAGGI

Le tubazioni di raccolta ed allontanamento delle acque drenate saranno in PVC rigido.

Le tubazioni in PVC rigido UNI 1401, dovranno rispondere alle norme UNI 7447-75 ed alla raccomandazione IIP (Istituto Italiano Plastici) n. 3 e saranno realizzate per estrusione secondo le norme UNI 7441-7448, con giunti a bicchiere o manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio.

Le tubazioni dovranno essere posate secondo le indicazioni contenute nei disegni di progetto.

L'Appaltatore dovrà dimostrare alla D.L. che le tubazioni in PVC corrispondono alle dimensioni ed alle prescrizioni sopra indicate. La D.L., se lo riterrà opportuno, potrà comunque ordinare delle prove di controllo da effettuarsi in laboratorio, a carico dell'Appaltatore.

Particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera del calcestruzzo sopra le tubazioni (o mezzi tubi) di drenaggio per evitare di danneggiarle.

2.7. RILEVATI E RINTERRI

2.7.1 GENERALITÀ

I rilevati oggetto del presente articolo riguardano opere varie, quali:

- a) rinterri a tergo di strutture, come per il sovrizzo del muro di valle dello scarico di superficie esistente
- b) sistemazioni spondali previste lungo l'alveo a valle della diga
- c) piste di servizio provvisorie e definitive
- d) piazzali e aree di lavoro provvisorie

I rilevati ed i rinterri saranno eseguiti in base alle linee, pendenze e spessori indicati nei disegni e/o dalla D.L.

I materiali per la costruzione dei rilevati e rinterri dovranno corrispondere in tutto alle caratteristiche specificate o definite dalla D.L., in base alle prove di laboratorio e di cantiere.

2.7.2 MATERIALI

2.7.2.1 MATERIALE PER RILEVATI E RINTERRI IN GENERE

Per i rilevati ed i rinterri in genere si dovranno impiegare materie sciolte non argillose. I materiali impiegati dovranno essere ben miscelati ed in ogni caso dovranno essere approvati dalla D.L.

La dimensione massima degli elementi non dovrà superare i 2/3 dello strato di compattazione.

Se disponibili ed idonei, a giudizio insindacabile della D.L., l'Appaltatore potrà utilizzare i materiali provenienti dagli scavi; qualora però la D.L. ritenesse non adottabili alcuni materiali provenienti dagli scavi, l'Appaltatore è tenuto, senza pretendere alcun compenso aggiuntivo, al loro conferimento presso discarica.

2.7.2.2 CAVE DI PRESTITO

Le eventuali cave di prestito saranno indicate dall'Appaltatore. La scelta delle cave da parte dell'Appaltatore sarà dettata da considerazioni di convenienza nei riguardi della distanza dal luogo di impiego e sarà comunque subordinata all'approvazione della D.L., dopo l'esame dei risultati di prove di laboratorio e di cantiere che la D.L. si riserva di ordinare.

2.7.3 PREPARAZIONE DEL FONDO

Il fondo dello scavo di impostazione dei rilevati e rinterri che non fosse in roccia, verrà sistemato con sufficiente uniformità, costipato con rulli o con vibratorii meccanici, secondo quanto prescritto dalla D.L., previo innaffiamento dove necessario, così da ottenere una base efficiente al primo strato di materiale del rilevato o rinterro.

2.7.4 POSA IN OPERA

Durante la messa in opera di strati adiacenti ad opere murarie, l'Appaltatore dovrà impiegare tutti gli accorgimenti ed i mezzi di compattazione necessari, in modo da caricare uniformemente le murature ed evitare possibili sfiancature o deformazioni. E' vietato lo scarico diretto dei materiali contro i manufatti.

I riempimenti e rinterri a ridosso di strutture saranno eseguiti solamente dopo che i conglomerati cementizi avranno raggiunto una sufficiente stagionatura, salvo diverse disposizioni della D.L.

Il materiale che presentasse, a giudizio della D.L., un grado di umidità superiore al prescritto, dovrà essere lasciato asciugare prima del suo impiego.

Qualora il grado di umidità fosse inferiore all'ottimo, l'Appaltatore dovrà provvedere all'umidificazione del materiale prima della compattazione.

I riempimenti di materiali per drenaggi, strati di protezione, sottofondi e simili, saranno eseguiti a mano, ove necessario.

Per realizzare il miglior grado di costipamento e stabilità, la distribuzione e gradazione dei materiali verrà effettuata in modo da ottenere la massima omogeneità nelle varie zone.

2.7.5 COMPATTAZIONE

Il materiale disposto in opera a strati di spessore prescritto e con il grado di umidità stabilito dalla D.L. verrà costipato con mezzi meccanici adeguati.

Le parti dei rilevati e rinterri che appoggiano sopra superfici ripide o contro superfici di contatto irregolari e comunque difficili o su superfici difficilmente accessibili ai rulli ed ai grandi vibratorii, a giudizio della D.L., dovranno essere costipate con mezzi meccanici di dimensioni ridotte.

2.8. CALCESTRUZZI E ACCIAI PER C.A.

Si riportano di seguito le specifiche inerenti i materiali, le modalità di confezionamento e messa in opera dei calcestruzzi per la realizzazione delle opere previste in progetto. Come riportato nel seguito è previsto l'impiego di tre miscele di calcestruzzo:

- | | | |
|--|-----------|----------------------------------|
| 1) Calcestruzzo per getti massivi – M: | C (12/15) | R _{ck} 15 MPa (a 90 gg) |
| 2) Calcestruzzo di collegamento – M*: | C (16/20) | R _{ck} 20 MPa (a 90 gg) |
| 3) Calcestruzzo strutturale – S: | C (32/40) | R _{ck} 40 MPa (a 28 gg) |

Per quanto riguarda le caratteristiche di queste miscele, la loro composizione tipo e per quali parti strutturali verranno adottate si rimanda al § 2.8.11.

2.8.1 NORME DI RIFERIMENTO

Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) di cui al D.M. 26.06.2014	
Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008	
Circ. Min. II. TT. 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008	
Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici	
Linee guida sul calcestruzzo strutturale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici	
Linee guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici	
UNI EN 206-1	<i>Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
UNI 11104	<i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>
UNI EN 197-1	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>
UNI 9156	<i>Cementi resistenti ai solfati</i>
ISO 9001:2000	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
D.P.R. 246/93	<i>Marchatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi</i>
UNI EN 12620	<i>Aggregati per calcestruzzo</i>
UNI 8520 Parte 1 e 2	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Requisiti</i>
UNI EN 1008:2003	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
UNI EN 934-2	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
UNI EN 450	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
UNI EN 12350-2	<i>Determinazione dell' abbassamento al cono</i>
UNI EN 12350-5	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
UNI EN 12350-7	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
UNI 7122	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
prEN 13791	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera</i>
UNI EN 12504-1	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
EN 10080 Ed. maggio 2005	<i>Acciaio per cemento armato</i>
UNI EN ISO 15630 -1/2	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>

EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
UNI ENV 13670-1	<i>Execution of structures</i>
UNI 8866	<i>Disarmanti</i>

2.8.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.8.2.1 CEMENTI

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Controllo della documentazione:

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE. E' possibile in alternativa una dichiarazione periodica del produttore del cemento, contenente l'elenco dei DDT relativi ai lotti consegnati al produttore di calcestruzzo e l'attestato di conformità CE, da inoltrare da parte dell'Appaltatore alla D.L.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'attestato di conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

La D.L. verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto in progetto.

La D.L. potrà richiedere, inoltre, per i cementi marcati CE, una caratterizzazione periodica del produttore di cemento riportante i valori medi delle prove di autocontrollo sui requisiti della norma UNI EN 197-1.

Controlli di accettazione:

La D.L. potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è consigliabile avere presente al campionamento un rappresentante del produttore di cemento.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla D.L., un'altra è a disposizione dell'Appaltatore e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

2.8.2.2 AGGREGATI

- Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.
- Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.
- La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità.
- Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:
 - il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0,2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
 - il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0,1%;
 - non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

2.8.2.3 ACQUA DI IMPASTO

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

2.8.2.4 ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934. Per gli altri additivi, che non rientrano nelle classificazioni della norma, si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo, e comunque il loro impiego è subordinato all'approvazione della D.L. E' onere dell'Appaltatore in sede di qualifica delle miscele di calcestruzzo, verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

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

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

	WR/SF	AE	HE	SRA	IC
X0					
XC1 – XC2	X				
XF1	X		X	X	
XF2	X	X	X	X	X
XF3	X	X	X	X	
XF4	X	X	X	X	X
XA1-XC3-XD1	X			X	X
XS1-XC4-XA2-XD2	X			X	X
XS2-XS3-XA3-XD3	X			X	X

WR/SF:	fluidificanti/superfluidificanti
AE:	aeranti
HE:	acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)
SRA:	additivi riduttori di ritiro
IC:	inibitori di corrosione

2.8.2.5 ACCIAIO

L'acciaio da calcestruzzo armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli ammessi senza limitazioni con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate;
- tralicci elettrosaldati.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14.01.2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in calcestruzzo armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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

Saldabilità e composizione chimica:

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente (composizione chimica in % secondo D.M. 14.01.2008):

	Carbonio max	Zolfo max	Fosforo max	Azoto max	Rame max	Carbonio equivalente max
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

E' permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

Proprietà meccaniche:

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato in EN 10080 e nel D.M. 14.01.2008.

Proprietà	Valore caratteristico
f_{yk} (N/mm ²)	≥ 450
f_{tk} (N/mm ²)	≥ 540
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,13 ≤ 1,35
$(A_{gt})_k$ (%)	≥ 7,0
$(f_y/f_{y,nom})_k$	≤ 1,25

Prova di piega e raddrizzamento:

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14.01.2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti:

Diametro nominale (d) (mm)	Diametro massimo del mandrino
$\varnothing < 12$	4 d
$12 \leq \varnothing \leq 16$	5 d
$16 < \varnothing \leq 25$	8 d
$25 < \varnothing \leq 50$	10 d

Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Resistenza a fatica:

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{max} sarà 270 N/mm² (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni 2σ deve essere pari a 150 N/mm² per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a $2 \cdot 10^6$.

Resistenza a fatica oligociclica:

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	± 4
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti:

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14.01.2008.

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	$\pm 4,5$

Diametri nominali e tolleranze

Aderenza e geometria superficiale:

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14.01.2008. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel D.M. 14.01.2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un laboratorio ufficiale.

Diametro nominale (mm)	I_r
$5 \leq \varnothing \leq 6$	0,048
$6 < \varnothing \leq 8$	0,055
$8 < \varnothing \leq 12$	0,060
$\varnothing > 12$	0,065

Valori dell'indice I_r in funzione del diametro

Controlli sull'acciaio:

Controlli della documentazione: In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai per c.a. saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati e controllati secondo le procedure indicate nel D.M. 14.01.2008.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un fornitore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli attestati di qualificazione dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il

centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

L'Appaltatore è tenuto, prima della messa in opera dell'acciaio, a consegnare tutta la documentazione alla D.L. perché possa verificarla ed approvarla; in particolare verrà verificata la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, renderanno il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture verranno rifiutate.

Controllo di accettazione:

La D.L. eseguirà i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14.01.2008.

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

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenute, si procederà al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 110 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento; in caso contrario i controlli saranno estesi agli altri diametri della partita.

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

Il prelievo dei campioni in cantiere per il laboratorio ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dalla D.L.; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, sarà accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dalla D.L. Questa conterrà precise indicazioni sulla parte di opera cui il ferro si riferisce.

Il controllo del materiale riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Caratteristica	Valore Limite	Note
<i>fy minimo</i>	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
<i>fy massimo</i>	572 N/mm ²	[450x(1,25+0,02)] N/mm ²
<i>Agt minimo</i>	≥ 5,0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1,11 < ft/fy < 1,37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

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

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova saranno esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova

stessa deve essere ignorato. In questo caso verrà prelevato un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato sarà considerato conforme.

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

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

Il controllo di accettazione verrà esteso anche alla rete elettrosaldata. Per ogni rete elettrosaldata verranno prelevati tre campioni di dimensioni 100 x 100 cm.

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

I controlli in cantiere non saranno necessari qualora il prodotto utilizzato provenga da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza; in questo ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta comunque nella discrezionalità della D.L. effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità, ...).

Raggi minimi di curvatura:

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

I valori minimi da rispettare sono quelli delle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

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

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Deposito e conservazione in cantiere:

Alla consegna in cantiere, l'Appaltatore avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.

2.8.3 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO

2.8.4 CLASSI DI RESISTENZA

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo è individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}).

2.8.5 REOLOGIA DEGLI IMPASTI E GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di tre classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione richiesti in progetto. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste (ad esempio pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione, di durabilità e di impermeabilità richieste per il conglomerato.

2.8.6 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

Il quantitativo di acqua efficace che verrà preso in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente sarà quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{aggr}) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta)
- (a_{add}) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 kg/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry
- (a_{gh}) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio
- (a_m) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento verrà quindi considerato come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} \cdot cv + K_{fs} \cdot fs)}$$

nella quale verranno considerate anche le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi

di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

c => dosaggio per m³ di impasto di cemento

cv => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante

fs => dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice

K_{cv}; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104

2.8.7 LAVORABILITÀ

L'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possenga al momento della consegna in cantiere la lavorabilità prescritta.

La lavorabilità verrà controllata al momento del getto all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008). La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m³ di calcestruzzo. La misura della lavorabilità verrà effettuata mediante:

- l'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2)
- diametro di spandimento (UNI-EN 12350-5)

E' onere dell'Appaltatore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera.

2.8.8 ACQUA DI BLEEDING

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

2.8.9 CONTENUTO D'ARIA

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato, quando la D.L. lo riterrà opportuno, verrà determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

2.8.10 PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ

Il calcestruzzo strutturale dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto $(a/c)_{max}$
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima

- classe di consistenza
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4)
- contenuto minimo di cemento
- tipo di cemento (se necessario)
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo
- D_{max} dell'aggregato
- copriferro minimo

2.8.11 TIPI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Nel seguito si riporta una descrizione delle caratteristiche che devono essere rispettate per le miscele di conglomerato cementizio citate nel § 2.8, e le opere cui queste miscele sono destinate.

Qualora fosse necessario utilizzare del calcestruzzo magro (magrone), non si danno prescrizioni per esso in merito alla classe di esposizione; devono essere rispettate per esso le prescrizioni riguardanti i materiali di composizione precedentemente riportate (inerti, cemento,) e deve essere garantito un Rck di 15 MPa a 28 giorni di maturazione.

2.8.11.1 CALCESTRUZZO PER GETTI MASSIVI – M

Questa miscela ha le seguenti caratteristiche:

- | | |
|---------------------------|------------|
| • Classe di resistenza: | C (12/15) |
| • Rck (a 90 gg): | 15 MPa |
| • Tipo di cemen: | IVB 32,5 R |
| • Classe di consistenza: | S3 |
| • Diametro max aggregato: | 80 mm |
| • Copriferro minimo: | 35 mm |

La composizione indicativa di questa miscela per metro cubo è la seguente:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| • aggregati (0÷3 mm): | 520 kg |
| • aggregati (3÷15 mm): | 610 kg |
| • aggregati (15÷30 mm): | 410 kg |
| • aggregati (30÷80 mm): | 560 kg |
| • cemento tipo IV B 32,5 R: | 100 kg |
| • ceneri volanti (Fly ash): | 100 kg |
| • additivo superfluidificante: | 2 l |
| • acqua: | 120 l (inclusa umidità inerti) |

Questo calcestruzzo verrà adottato per la nuova struttura ad arco-gravità (fatta eccezione per alcune parti della stessa dove verrà impiegata la miscela M*, secondo le indicazioni dei disegni di progetto).

2.8.11.2 CALCESTRUZZO DI COLLEGAMENTO – M*

Questa miscela ha le seguenti caratteristiche:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| • Classe di resistenza: | C (15/20) |
|-------------------------|-----------|

- Rck (a 90 gg): 20 MPa
- Tipo di cemento: IVB 32,5 R
- Classe di consistenza: S4
- Diametro max aggregato: 30 mm
- Copriferro minimo: 35 mm

La composizione indicativa di questa miscela per metro cubo è la seguente:

- aggregati (0÷3 mm): 675 kg
- aggregati (3÷15 mm): 790 kg
- aggregati (15÷30 mm): 535 kg
- cemento tipo IV B 32,5 R: 130 kg
- ceneri volanti (Fly ash): 130 kg
- additivo superfluidificante: 2,2 l
- acqua: 155 l (inclusa umidità inerti)

Questo calcestruzzo verrà adottato per alcune parti della nuova struttura ad arco-gravità (secondo le indicazioni dei disegni di progetto), così come per la messa in sicurezza dello scarico di fondo esistente.

2.8.11.3 CALCESTRUZZO STRUTTURALE – S

Questa miscela ha le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza: C (32/40)
- Rck (a 28 gg): 40 MPa
- Tipo di cemento: IV/B 32,5 R
- Classe di consistenza: S4
- Rapporto a/c max: 0,50
- Diametro max aggregato: 30 mm
- Copriferro minimo: 35 mm
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³
- Classe di esposizione ambientale: XF1-XF3

La composizione indicativa di questa miscela per metro cubo è la seguente:

- aggregati (0÷3 mm): 980 kg
- aggregati (3÷15 mm): 220 kg
- aggregati (15÷30 mm): 645 kg
- cemento tipo IV B 32,5 R: 400 kg
- additivo superfluidificante: 2,45 l
- acqua: 160 l (inclusa umidità inerti)

Questo calcestruzzo verrà adottato per le pile, i muri laterali e i traversi del nuovo scarico di superficie in fregio alla struttura ad arco-gravità, per il sovrizzo del muro di valle dello scarico di superficie esistente e per i muretti di protezione dalle acque in prossimità della camera di manovra dello scarico di fondo esistente e in sponda destra.

2.8.12 QUALIFICA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Prima dell'inizio dei getti, l'Appaltatore effettuerà a sua cura, responsabilità e spesa la qualifica delle miscele di calcestruzzo previste per le nuove opere, in ottemperanza alla normativa vigente. Questa qualificazione iniziale delle miscele deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 (Laboratori Ufficiali), in accordo in particolare al D.M. 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) ed al D.M. 26.06.2014 (Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta).

Questa relazione di prequalifica deve essere approvata dalla D.L. per potere dare inizio ai getti di calcestruzzo.

2.8.13 MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

Prima del getto le superfici di posa dei calcestruzzi dovranno essere perfettamente pulite con getti di aria e/o acqua in pressione ed abbondantemente irrorate.

Saranno asportati tutti quei materiali indesiderabili quali macchie d'olio, boiacca, vernici e similari. Eventuali venute d'acqua saranno captate ed allontanate dall'area di getto.

Sempre prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

Tutti i lavori di pulizia ed eventuale trattamento previo, saranno eseguiti seguendo le disposizioni che saranno impartite dalla D.L. in fase esecutiva.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme, si effettuerà applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri.

Tenuto presente che le riprese di getto costituiscono il punto più delicato delle strutture, è necessario che il programma dei getti venga studiato e realizzato dall'Appaltatore in modo da eseguire con continuità le singole parti, elementi o conci delle strutture staticamente indipendenti.

Il getto verrà eseguito per strati e proseguendo in successione fino alla testa della cassera o al completamento della struttura.

Per la nuova struttura ad arco-gravità sono previsti strati di getto da 2 m di altezza.

Per le riprese di getto sarà obbligo dell'Appaltatore, senza potere pretendere compensi aggiuntivi, procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Riprese di getto dopo interruzioni superiori alle 48 ore potranno prevedere, a insindacabile giudizio della D.L., anche interventi di scarifica meccanica della superficie.

Sempre a insindacabile suo giudizio, la D.L. potrà per queste superfici di ripresa, richiedere la stesa di "betoncino" per uno spessore dell'ordine dei 2÷3 cm da ricoprirsi immediatamente con il nuovo strato di getto.

Il betoncino sarà costituito dalle stesse componenti di impasto del calcestruzzo, ma con limitazione degli aggregati a 15 mm. Così operando si realizza automaticamente un impasto ricco in cemento ed acqua.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori ad immersione. L'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo fino all'esposizione della componente più fine e più liquida (boiacca) in superficie.

2.8.14 TEMPERATURE DI GETTO E MESSA IN OPERA CON CLIMI FREDDI

Il clima, alla diga di Ceppo Morelli, è particolarmente rigido nel periodo invernale, periodo in cui si devono eseguire i getti della parte superiore della diga per ottemperare alle esigenze connesse alla programmazione dei lavori.

Conseguentemente particolare attenzione verrà posta alla confezione, alla posa ed al "curing" del calcestruzzo, onde garantirne una corretta maturazione.

La temperatura dell'impasto al momento del getto dovrà essere ≥ 7 °C; questo sarà ottenuto all'impianto di confezionamento tramite il riscaldamento dei componenti, in particolare gli aggregati e l'acqua.

Se necessario al conseguimento dell'obiettivo, le autobetoniere, le benne ed i casseri saranno opportunamente coibentati.

In cantiere sarà sempre presente un termometro per calcestruzzo in modo che la D.L. possa accertare le temperature dell'impasto.

Qualora i piani di posa fossero gelati o presentassero evidenze di ghiaccio, e comunque ogni qualvolta si eseguissero getti con T dell'aria nelle immediate vicinanze all'opera in esecuzione ≤ 1 °C, i piani di getto e le casserature andranno trattati con getti di aria calda.

In merito al "curing" dei getti, essi andranno protetti con teli o dispositivi coibentanti trattati con getti di aria calda in modo da garantire che nelle 24 ore successive al getto la T corticale del calcestruzzo non scenda sotto i 15 °C e si mantenga a temperatura ≥ 5 °C nei successivi 10 gg.

In ogni caso saranno consentiti i getti solo con temperature dell'aria nelle immediate vicinanze dell'opera di esecuzione ≥ -5 °C con tendenza all'aumento.

Per i getti con pompa, essa sarà del tipo con motore interno al carter dell'apparecchiatura e questo sarà avviato in anticipo in modo da assicurare un previo riscaldamento anche della tramoggia di carico, dell'agitatore a coclea e dei pistoni di spinta.

Il condotto per il trasporto in opera sarà pure riscaldato con aria calda.

2.8.15 TOLLERANZE ESECUTIVE

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote di progetto sono riportate di seguito; per i vari elementi strutturali lo scostamento "S" è espresso in cm:

a) Fondazioni:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 3$ cm
- dimensioni in pianta: $S = \pm 4$ cm
- dimensioni in altezza (superiore): $S = \pm 2$ cm
- quota altimetrica estradosso: $S = \pm 2$ cm

b) Strutture in elevazione:

- posizionamento rispetto alle coordinate e agli allineamenti di progetto: $S = \pm 2$ cm
- dimensione in pianta: $S = \pm 1$ cm
- spessore muri, pile o spalle: $S = \pm 1$ cm
- quota altimetrica sommità: $S = \pm 1$ cm
- nuovo ciglio di sfioro: $S = \pm 0,5$ cm

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

Particolare attenzione dovrà essere posta alla formazione delle superfici idrauliche ed al loro grado di finitura. Per queste si dovranno rispettare i seguenti limiti prescrittivi:

- SCOSTAMENTI GEOMETRICI: sia altimetrici che planimetrici $S = \pm 1$ cm (ciglio di sfioro $\pm 0,5$ cm)
- GRADO DI FINITURE: le superfici non dovranno superare i 3 mm se brusche, i 6 mm se gradualì.
- SUPERFICI DEI CALCESTRUZZI: le superfici di getto in vista saranno lisce, compatte, omogenee e perfettamente regolari. Si stabilisce in merito che non dovranno essere eseguiti intonaci.

- FERRI DI SOSTEGNO DEI CASSERI: gli eventuali ferri di sostegno dei casseri saranno tagliati ad almeno 2 cm dalla superficie ed il foro sarà sigillato con malta di cemento a ritiro compensato o con resina epossidica ove richiesto. Stesso trattamento per i ferri dei casseri rampanti.
- IRREGOLARITÀ RISCONTRATE: le irregolarità graduali saranno rilevate con righello da 1,5 m. Tutte le irregolarità verranno eliminate al disarmo dei casseri seguendo le istruzioni della D.L. Sulle superfici di scorrimento dell'acqua di scarico, le irregolarità verranno riparate con smerigliatori e malta di resina epossidica.

2.8.16 CASSEFORME

Per quanto riguarda le casseforme è consentito l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati o in legno; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere, e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, esse dovranno essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Appaltatore dovrà trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri dovranno essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

2.8.16.1 PULIZIA E TRATTAMENTO

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio ecc. Si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui; su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

2.8.16.2 DISARMO

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi sia a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008 che soprattutto alle istruzioni impartite in merito dalla D.L.

2.8.17 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La D.L. eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e

garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione verrà eseguito su miscele omogenee di conglomerato in accordo con quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008.

Qualora il Foglio di Condizioni per la Costruzione preveda un maggiore numero di prelievi e modalità diverse di prelievo, prevarranno le indicazioni di questo ultimo documento.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera", conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della D.L. o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0,3 m³ di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sessola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad 1/4 della più piccola dimensione del provino
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno

dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superfici esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla D.L. al momento del confezionamento dei provini.

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

1. Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo
 - numero di provini effettuati
 - codice del prelievo
 - metodo di compattazione adottato
 - numero del documento di trasporto
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa Appaltatrice
3. Data e ora di confezionamento dei provini
4. Dettagli sulla conservazione dei provini prima della scasseratura
5. Il metodo di stagionatura dei provini dopo la scasseratura
6. La firma della D.L.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il laboratorio ufficiale incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini

campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa Appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al laboratorio ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla D.L.

Per ogni miscela andrà eseguito un prelievo (consistente in tre provini) per ogni giorno di getto, e complessivamente almeno 15 prelievi ogni 1500 m³ di miscela omogenea messa in opera.

Per i tre provini di un prelievo andranno determinati:

- il peso di volume
- Miscela M e M*: la resistenza a compressione monoassiale a 7 e 90 giorni di maturazione (uno a 7 e due a 90)
- Miscela S: la resistenza a compressione monoassiale a 7 e 28 giorni di maturazione (uno a 7 e due a 28)

I certificati emessi dal laboratorio ufficiale dovranno contenere tutte le informazioni richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008.

2.8.18 CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

2.8.18.1 CAROTAGGI

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

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

2.8.18.2 ZONA DI PRELIEVO

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

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

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

2.9. PROFILI DI TENUTA IDRAULICA (WATER-STOP)

Prima di emettere l'ordine d'acquisto dei profili di tenuta idraulica, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. le caratteristiche dei materiali.

Profili di tenuta in PVC: I profili in PVC per la tenuta idraulica di giunti di espansione/contrazione dovranno presentare un'elevata resistenza all'azione aggressiva delle acque, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche, e rispondere ai seguenti requisiti principali:

Prove	Requisiti
Durezza Shore a + 20°C	70 ± 4
Peso specifico	1,25 kg/dmc ± 0,03
Resistenza alla trazione a + 20°C	10 N/mm ²
Allungamento a rottura	270%
Limiti di temperatura	- 35°C + 60°C

I profili in PVC saranno posizionati con il bulbo nella mezzeria del giunto di dilatazione. La posa in opera dei nastri sarà fatta in modo tale da garantire il costante e perfetto loro posizionamento durante le fasi di getto.

Al fine di evitare disallineamenti e piegature dei nastri durante la fase di getto del calcestruzzo, l'Appaltatore dovrà provvedere ad installare adatti sostegni come tondi di acciaio aventi un diametro di circa 10 mm, posti lungo i bordi laterali del nastro a cui verranno fissati i nastri con adeguato filo ad intervalli non superiori a 50 cm, oppure dispositivi equivalenti approvati dalla D.L.

I giunti dei nastri di tenuta saranno realizzati per termofusione impiegando lame riscaldanti o saldatore ad aria calda, nel rispetto delle modalità e temperature massime indicate nelle istruzioni rilasciate dal fornitore dei materiali per i vari tipi di nastro.

I collegamenti saranno perfettamente a tenuta e tali da sopportare un carico a trazione non inferiore all'80% di quello del nastro privo di saldature.

Profili di tenuta idroespansivi: I profili di tenuta idroespansivi saranno di tipo idrofilo e composti da una mescolanza di resina idrofila modellata e vulcanizzata attorno a un corpo centrale di neoprene. Il materiale a contatto con l'acqua rigonfierà di volume occludendo vuoti e porosità in riprese di getto di calcestruzzo.

I profili di tenuta saranno trattati esternamente con un rivestimento ritardante in modo da consentire l'espansione non prima di 10 ore dal contatto con il calcestruzzo fresco.

Le proprietà fisiche di base dei componenti i profili idrofilo saranno le seguenti con una tolleranza di ± 10%:

- peso specifico neoprene: 1,5 g/cm³
- peso specifico resina: 1,4 g/cm³

- resistenza a trazione neoprene: 90 kg/cm²
- resistenza a trazione resina: 30 kg/cm²
- allungamento a rottura neoprene: 400 %
- allungamento a rottura resina: 600 %

I profili avranno una sezione non inferiore a 25 x 7 mm (larghezza x spessore) ed avranno le caratteristiche del profilo tipo SikaSwell P2507 H della ditta Sika; sarà ammesso materiale equivalente approvato dalla D.L.

La superficie di posa dovrà presentarsi uniforme, asciutta o leggermente umida (ma non bagnata) ed esente da asperità, particelle incoerenti, polvere, lattime, alveoli e vespai e da altri materiali e condizioni che possano impedire una perfetta tenuta.

I profili saranno collocati sulle superfici di posa mediante adeguato collante in un tempo che non dovrà superare 30 minuti.

L'Appaltatore dovrà attendere almeno 2÷3 ore prima di gettare calcestruzzo a contatto con i profili.

Nastri bentonitici: I nastri bentonitici saranno costituiti dall'accoppiamento di un tessuto non tessuto e di un tessuto poroso, meccanicamente assemblati con un sistema di agugliatura e riempiti di bentonite di sodio naturale per almeno 4,5 kg al metro quadrato di telo.

I teli dovranno avere una resistenza a trazione maggiore di 8 kN/m, essere flessibili a basse temperature ed avere un coefficiente di permeabilità minore di 2×10^{-9} cm/s.

In nastri potranno essere ottenuti dal taglio di teli di dimensioni più grandi.

I nastri dovranno avere dimensioni comprese tra 20 e 50 cm, o comunque secondo le istruzioni della D.L. Dovranno essere messi in opera su una superficie asciutta o leggermente umida, priva di protuberanze, vuoti o parti taglienti, in modo che il nastro possa aderire perfettamente.

Se necessario, i nastri potranno essere fissati prima del getto attraverso chiodi a sparo muniti di rondelle o altro sistema di convenienza dell'Appaltatore, purchè non venga pregiudicata la tenuta idraulica.

Le sovrapposizioni tra due nastri consecutivi dovranno essere di almeno 50 cm, e comunque si dovranno seguire le istruzioni del fornitore e della D.L.

2.10. RIPRISTINI AL CANALE DELLO SCARICO DI SUPERFICIE ESISTENTE

Il progetto prevede l'esecuzione di ripristini superficiali al canale dello scarico di superficie esistente.

In particolare sono previsti due tipi di intervento:

1. ripristino del fondo del canale:

è previsto di rimuovere il calcestruzzo ammalorato per uno spessore di circa 10 cm e successivamente ricostruire questo spessore con opportune malte. Per la rimozione del calcestruzzo è prevista l'esecuzione di un intervento di idrodemolizione.

2. *ripristino della soglia sfiorante del canale in corrispondenza delle pile demolite:*
è previsto di rimuovere il calcestruzzo ammalorato per uno spessore di circa 10 cm e successivamente ricostruire questo spessore con opportune malte. Per la rimozione del calcestruzzo è prevista l'esecuzione di un intervento di idrodemolizione.

2.10.1 CAMPI PROVA E QUALIFICA DEI MATERIALI

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà eseguire prove di demolizione/idrodemolizione e idroscarifica dei calcestruzzi ammalorati con sistemi manuali e sottoporre le modalità esecutive alla D.L. per approvazione. Lo scopo delle prove sarà quello di definire i principali parametri operativi da utilizzare (pressioni, portate, inclinazione e distanza degli ugelli dalla superficie) in modo da soddisfare al meglio, nelle varie aree tipiche, l'obiettivo del lavoro come sopra specificato, asportando quantità nulle o minime di calcestruzzo/malta "sani".

Si prescrive pertanto che i sistemi siano dotati di apparecchiature di registrazione dei parametri principali.

Altro scopo di queste prove sarà quello di definire le metodologie per ottenere che, alla fine dell'idrotrattamento, la superficie presenti la massima scabrezza possibile, onde facilitare l'adesione dei prodotti di ricostruzione.

Sempre prima dell'inizio dei lavori e dell'approvvigionamento dei materiali, l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. le schede tecniche dei prodotti da impiegare, una relazione tecnica con la descrizione delle varie fasi di lavoro e le modalità di applicazione.

L'esame e la verifica da parte della D.L. della suddetta relazione e delle schede tecniche, non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a Lui derivanti per legge, restando contrattualmente stabilito che l'Appaltatore stesso rimane l'unico e completo responsabile sia della qualità e delle caratteristiche dei prodotti impiegati che per la loro esecuzione e messa in opera, rispondendo di conseguenza a tutti gli inconvenienti che avessero a verificarsi di qualsiasi natura ed importanza essi possano risultare.

I prodotti da impiegare dovranno comunque presentare moduli elastici e coefficienti di dilatazione termica e di permeabilità al vapore simili a quelli del calcestruzzo/malta su cui andranno applicati.

Temperature:

Non verrà consentita la posa:

- delle malte di tipo cementizio con temperature ambientali inferiori a 5 °C se con tendenza a diminuzione;
- dei materiali di tipo epossidico, elastomerico e poliuretano con temperature ambientali inferiori a 5 °C se con tendenza a diminuzione; in ogni caso il supporto dovrà essere asciutto.

2.10.2 IDROSCARIFICA/IDRODEMOLIZIONE DEI CALCESTRUZZI DEGRADATI

L'intervento prevede la preliminare idroscarifica/idrodemolizione eseguita mediante l'utilizzo di lance manuali. L'idroscarifica/idrodemolizione sarà preceduta da un disgaggio generalizzato, eseguito con scalpellatura a mano o con microdemolitore, degli strati corticali soggetti a distacco, in modo da mettere in sicurezza le aree di lavoro ed agevolare l'intervento di idrotrattamento.

Nelle zone armate, nel caso di armature comprese nello spessore da demolire, l'intervento comprende anche tutti gli oneri derivanti dall'accurata demolizione del calcestruzzo all'intorno del ferro di armatura.

2.10.3 RICOSTRUZIONE DELLE SUPERFICI ORIGINARIE

Di seguito si riportano le metodologie esecutive degli interventi di ripristino superficiale dei calcestruzzi / malte.

Per spessore ricostruito si intende lo spessore necessario a ripristinare la superficie originaria.

Su tutte le superfici da trattare dovrà essere eseguita una accurata pulizia a vapore mediante getto d'aria compressa che dovrà garantire la rimozione di acqua in eccesso, nonché polvere e sabbia.

I ferri di armatura del calcestruzzo armato, messi a nudo nella fase di asportazione del calcestruzzo ammalorato, dovranno essere ripuliti a metallo bianco con adeguata spazzolatura ed essere trattati con opportuno inibitore di corrosione, tipo Mapefer della Mapei, avente la specifica funzione di impedire nel futuro la nuova formazione dell'ossido; l'inibitore di corrosione non dovrà in nessun modo alterare l'aderenza tra la malta di ripristino ed il ferro trattato. Ove richiesto dovranno essere reintegrati e/o aggiunti nuovi ferri di armatura.

Successivamente si ripristinerà lo spessore scarificato con malta monocomponente tissotropica fibrorinforzata tipo Mapegrout T60 della Mapei, applicata in più passate.

Il ripristino sarà armato con rete elettrosaldata Ø6 mm maglia 10 x 10 cm ancorata al supporto mediante n. 4÷5 connettori al m², inghisati con resine epossidiche.

Impermeabilizzazione finale delle superfici ricostruite con malta cementizia bicomponente elastica impermeabilizzante tipo Mapelastic della Mapei.

3. MODALITÀ PER LA PROGETTAZIONE COSTRUTTIVA, L'ESECUZIONE, LA MESSA IN OPERA ED IL COLLAUDO DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

3.1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento per la progettazione e la costruzione sono:

- UNI10011 Costruzioni in acciaio
- UNI EN 10025 Acciai da costruzione
- AISI Acciai inossidabili
- DIN 19704 Paratoie in acciaio per impianti idroelettrici
- UNI ISO 4413 Oleodinamica – Regole generali per l'applicazione degli impianti oleodinamici nei sistemi di trasmissione e controllo
- ASME II, V, VIII, IX Saldature e controlli non distruttivi – Recipienti in Pressione
- D.M. 14 gennaio 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circ. Min. Il. TT. 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.M. 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

3.2. MATERIALI E SOLLECITAZIONI

I materiali previsti per la realizzazione dell'impianto sono:

- Lamiera mantello e travi strutturali composte: S355
- Profilati commerciali: S235
- Controsedi di tenuta: AISI 316 L
- Bulloneria e piastre di fissaggio guarnizioni: AISI 316 L – 304 L
- Tubazione Ø1000 e diramazione Ø600: S355
- Tubazione sorpasso (by-pass): AISI 316 L – 304 L
- Tubazioni e serbatoio centrale per impianto
- oleodinamico: AISI 316 L
- Aste di manovra cilindri: Acciaio inox duplex
- L'Appaltatore, in allegato al progetto costruttivo delle opere elettromeccaniche oggetto del presente capitolo, dovrà presentare anche una relazione, a firma di tecnico abilitato iscritto all'albo, contenente le verifiche strutturali delle stesse, sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Dighe (D.M. 26.06.2014, di seguito 'NTD') alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008, di seguito 'NTC') ed della relativa circolare applicativa (Circ. Min. Il. TT. 02.02.2009).

3.3. COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto è composto da:

- Una griglia metallica posta all'imbocco dello scarico di fondo (2,00 x 2,80 m).

- Una tubazione Ø1000 mm, dello scarico di fondo, lunga 16 m con pezzi speciali all'imbocco e all'uscita.
- Una tubazione Ø600 mm, per il rilascio del Deflusso Minimo Vitale, che si dirama dalla Ø1000 mm e prosegue per una lunghezza complessiva di 35 m.
- Una tubazione Ø600 mm che si dirama dalla tubazione Ø600 mm di cui al punto precedente prima della valvola Howell Bunger Ø600 mm.
- N. 1 paratoia piana a strisciamento (1,00 x 1,20 m) di guardia con cilindro oleodinamico ed accessori, all'imbocco dello scarico di fondo.
- N. 1 valvola a saracinesca Ø1000 mm di esercizio con cilindro oleodinamico ed accessori, per il rilascio della portata dello scarico di fondo.
- N. 1 valvola Howell Bunger Ø600 mm con camera di dissipazione, per il rilascio del DMV.
- N. 1 impianto oleodinamico di manovra completo di quadri elettrici di comando e controllo locale e quadro elettrico generale di comando e controllo da ubicare in casa di guardia.

3.4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

3.4.1 GRIGLIA FISSA

Caratteristiche dimensionali:

- | | |
|---|----------------------|
| • Dimensioni: | 2,00 x 2,80 m |
| • Luce libera fra le barre: | 0,15 m |
| • Spessore: | 4 cm |
| • Portata massima di attraversamento: | 10 m ³ /s |
| • Carico di progetto per ostruzione totale: | 15,5 m |

Descrizione:

- Struttura saldata composta da un telaio perimetrale rettangolare fissato nella struttura di calcestruzzo alla quale sono bullonati i pannelli.
- Pannelli di griglia formati da barre verticali d'acciaio con tiranti e distanziali orizzontali di irrigidimento e stabilizzazione.
- Travi orizzontali intermedie di supporto in acciaio.

3.4.2 CONDOTTE METALLICHE

Caratteristiche dimensionali:

- | | |
|---|---|
| • Imbocco rettangolare: | 1,00 x 1,20 m |
| • Diametro tubazione: | Dn 1000 mm |
| • Sviluppo tubazione: | l = 16 m |
| • Diramazioni di servizio: | Dn 600 mm |
| • Sovrasspessore per corrosione e usura: | 5 mm |
| • Spessore complessivo condotta Ø1000 e Ø600: | 10 mm |
| • Tipo di acqua: | alta montagna con contenuto di sabbia e sassi |

- Pressione interna massima (a piede condotta Ø600): 4,0 bar
- Incremento per colpo d'ariete: 20%
- Pressione di progetto massima: 4,8 bar
- Pressione di prova: 7,2 bar

Descrizione:

- Tronco iniziale a sezione variabile rettangolare da 2,00 x 2,80 m a 1,00 x 1,20 m.
- Struttura saldata composta da un rivestimento in lamiera, rinforzato da nervature e da semianelli per l'ancoraggio al calcestruzzo.
- Tratto di transizione da sezione rettangolare 1,0 x 1,20 m a cilindrica Ø1000.
- Condotta saldata composta da lamiere di acciaio calandrate.
- Anelli di irrigidimento esterni, se necessari.
- Appoggi a strisciamento di tipo a pieducci con anello di rinforzo.
- Anello di ancoraggio al calcestruzzo nelle curve.
- Biforcazione per la condotta del DMV Ø600.

3.4.3 PARATOIA DI GUARDIA

Caratteristiche dimensionali:

- Tipo di paratoia: piana a strisciamento
- Dimensioni: 1,0 x 1,20 m
- Attuatore: cilindro oleodinamico
- Tipo di acqua: v. § 3.4.2
- Temperatura minima ambientale: -10 °C
- Diam. / pressione valvola sorpasso (by-pass): Dn 120 mm PN 6
- Apertura e chiusura normale: equilibrata
- Apertura e chiusura eccezionale: squilibrata
- Tempo di manovra: 6'
- Dispositivo di ritorno: a completa apertura nel caso di trafilamento d'olio

Descrizione:

L'acqua ha un trasporto solido consistente (sabbia, ghiaia) e può ostacolare la chiusura. Per evitare questo inconveniente:

- Realizzare il fondo piano senza recessi.
- Tenere i fianchi dei gargami laterali di valle arretrati rispetto ai fianchi di ingresso posti a monte (larghezza luce di ingresso < larghezza luce di uscita).

Costruzione:

- Corpo flangiato con cassa rettangolare, rinforzi esterni di irrigidimento, flangia superiore per coperchio di chiusura.
- Coperchio superiore di chiusura con flange di accoppiamento al corpo ed al meccanismo di manovra.
- Tenuta acqua - aria di tipo a bicchiere e premistoppa.
- Controsede di tenuta in acciaio inossidabile saldata al corpo e lavorata; rugosità 0,8

micron.

- Otturatore piano di grande rigidità completo di attacchi per il meccanismo di manovra e pattini di guida.
- Tenute metalliche di ottone riportate con viti all'otturatore e lavorate; rugosità 0,8 micron.
- Le tenute principali sono metallo su metallo. Una seconda tenuta di soccorso in gomma è accettata.

Meccanismo di manovra (costantemente immerso nell'acqua):

- Cilindro oleodinamico a doppio effetto alesato internamente e levigato.
- Asta di manovra in acciaio inossidabile duplex rettificata e lucidata; rugosità 0,25 micron.
- Pistone con guarnizioni in gomma sintetica ed anelli antifrizione in resina acetica.
- Coperchio inferiore flangiato al corpo cilindrico con guarnizione in gomma sintetica e boccola di guida in bronzo.
- Anello raschiatore sull'asta.
- Bulloneria in acciaio inossidabile.

Segnalazione del grado di apertura:

- Dispositivo di segnalazione ad interruttore di finecorsa (aperto/chiuso) per segnalazione a distanza.
- La paratoia ed i suoi accessori rimangono costantemente sott'acqua. Il dispositivo di segnalazione deve essere adeguato a questo uso (es. sistemato all'interno del cilindro oleodinamico).

By-pass:

- Tubazione di sorpasso in acciaio inossidabile con valvola di guardia a sfera.
- Valvola di servizio tipo a sfera con comando oleodinamico completa di dispositivi di segnalazione.
- Tubazione e valvole in acciaio inossidabile.

3.4.4 VALVOLA DI SCARICO

Caratteristiche dimensionali:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| • Tipo: | saracinesca |
| • Diametro e pressione nominale: | DN 1000 mm PN 10 |
| • Pressione di esercizio: | 1,6 bar |
| • Pressione nominale: | 2,3 bar |
| • Pressione di prova: | 3,4 bar |
| • Perdite ammesse: | 0,50 l/min |
| • Tipo di acqua: | v. § 3.4.2 |
| • Temperatura minima ambientale: | - 10° C |
| • Prova di tenuta in officina: | si |

Descrizione:

- Corpo con una sola flangia a monte e flangia superiore per coperchio di chiusura.
- Coperchio superiore di chiusura con flangia di accoppiamento al corpo ed al meccanismo di manovra.
- Tenuta acqua aria di tipo a bicchiere e premistoppa.
- Controsede di tenuta in acciaio inossidabile posta a monte dell'otturatore avvitata al corpo. Una seconda tenuta di soccorso in gomma è accettata.
- Cunei di accostamento dell'otturatore alla sede di tenuta posti a valle del diaframma stesso.
- Otturatore piano di grande rigidezza lavorato a macchina e levigato (lato monte); rugosità 0,8 micron.

Meccanismo di manovra:

- Cilindro oleodinamico; vale quanto specificato al § 3.4.3.

Segnalazione del grado di apertura:

- Segnalazione continua in posto ed interruttori di finecorsa.
- Trasmettitore continuo del grado di apertura a distanza.

Dispositivo di misura del deposito solido all'interno della condotta a monte della valvola di scarico:

L'Appaltatore proporrà un dispositivo semplice e affidabile per la segnalazione e l'allarme in casa di guardia, dello spessore del deposito solido a monte della valvola, indicando così al personale di esercizio la necessità di "cacciate" di pulizia.

3.4.5 VALVOLA H.B. DI EROGAZIONE DMV (DEFLUSSO MINIMO VITALE)

Caratteristiche dimensionali:

- | | |
|---|----------------------------|
| • Tipo di valvola: | Howell Bunger |
| • Diametro e pressione nominale: | DN 600 mm PN 6 |
| • Pressione interna massima: | 4,0 bar |
| • Pressione di progetto massima: | 4,8 bar |
| • Pressione di prova: | 7,2 bar |
| • Apertura e chiusura: | squilibrata |
| • Attuatore: | n. 2 cilindri oleodinamici |
| • Tempo di apertura/chiusura: | 3' |
| • Dimensione camera di dissipaz. diam./lunghezza: | DN 1400 mm L = 1200 mm |
| • Portata scaricabile alla minima regolazione: | 1 m ³ /s |

Descrizione:

- Si mette in evidenza che questa valvola sarà in esercizio continuo ad apertura parzializzata.
- Corpo cilindrico con flangia di accoppiamento alla condotta, nervature interne, cono di dispersione, staffe per i meccanismi di manovra. Le nervature e il cono di dispersione dovranno avere 15 mm di sovrasspessore per contrastare l'azione di usura

della sabbia.

- Superficie cilindrica di scorrimento della tenuta mobile in acciaio inossidabile lavorata e lucidata a specchio.
- Tenuta frontale di fine chiusura in gomma sintetica, posta a valle della luce di scarico e fissata con anello e viti in acciaio inossidabile.
- Otturatore cilindrico con attacchi per meccanismi di manovra, pattini di guida, sedi e controsedi per le tenute.
- Tenuta strisciante posta sul bordo di monte dell'otturatore, del tipo a bicchiere e premistoppa con baderna di teflon.

Meccanismo di manovra:

Due cilindri oleodinamici a doppio effetto con asta in acciaio inossidabile.

Segnalazione del grado di apertura:

Continua in posto con indice mobile su scala graduata. Trasmettitore continuo per segnalazione a distanza del grado di apertura, interruttori di fine corsa.

Camera di raccolta getto/dissipazione energia:

- Cilindro calandrato irrobustito con anelli esterni.
- Sovrappessore per usura.

3.4.6 IMPIANTO OLEOELETTRICO DI COMANDO

Caratteristiche tecniche:

- | | |
|---|--------------------|
| • Alimentazione forza motrice: | 380 V 50 Hz |
| • Alimentazione comandi in c.c.: | 110 V |
| • Potenza motori elettropompa c.a.: | da definire |
| • Classe di isolamento motore elettrico: | E |
| • Olio idraulico minerale per temperature rigide: | ISO Vg 22 I.V. 160 |

Caratteristiche costruttive:

Un impianto oleodinamico formato da:

- Una centrale oleodinamica composta da:
 - Un serbatoio olio in lamiera di acciaio inossidabile completo degli accessori necessari per il suo funzionamento.
 - Due elettropompe ad asse verticale complete di filtri, valvole e strumenti di controllo della pressione.
 - Un accumulatore oleopneumatico completo di valvole di intercettazione e dispositivi di controllo della precarica.
 - Una pompa a mano di emergenza.
 - Olio idraulico per il primo riempimento.
- Pannello idraulico comando paratoia di guardia, paratoia di scarico, valvola di servizio:
Con valvole di controllo ed elettrodistributori di telecomando dotate di dispositivo "uomo morto" in bagno d'olio. Tubazioni oleodinamiche per il collegamento

centrale cilindri in acciaio inox complete di accessori di collegamento e fissaggio.

Caratteristiche di funzionamento:

La centrale è concepita con due gruppi elettropompa, uno di riserva all'altro con interscambio automatico.

Impianto automatico ad accumulazione con funzioni di pressurizzazione.

Emergenza: Gruppo elettrogeno e pompe a mano.

3.4.7 GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA

L'energia di emergenza (gruppo elettrogeno) è disponibile in prossimità della spalla destra della diga.

3.4.8 PRESCRIZIONI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI IMPIANTO ELETTRICO

Interruttori automatici e contattori:

I circuiti di alimentazione motori elettrici dovranno essere protetti con interruttori automatici magnetotermici, con potere di interruzione 12 kVA simmetrico a 500 V 50 Hz. L'alimentazione dei trasformatori per circuiti di comando deve essere protetta con interruttori automatici magnetici. I contattori di avviamento motori debbono essere dimensionati per una portata minima dei contatti di 16 A (corrente termica) e per categoria di impiego AC3 e dotati di relè termici con riarmo manuale.

Strumenti di misura:

I voltmetri e gli amperometri avranno dimensioni 96x96 mm ed un'ampiezza della scala di 90°, saranno di classe 1.5 per montaggio su fronte quadro. Gli amperometri debbono essere collegati con riduttori di corrente da 0,5 A ed avere scala ristretta al fondo 2xIN.

Segnalazioni a testo luminoso:

Le segnalazioni di stato e di allarme dovranno essere del tipo modulare formato 24x48 mm con doppia lampada Ba 9s-24 V (oppure a LED).

Per le segnalazioni di stato: fondo chiaro, diciture in nero. Per le segnalazioni di allarme: fondo giallo, diciture in nero.

Pulsanteria:

Si dovranno impiegare pulsanti serie Dia 22 con operatori rotondi, con ghiera in metallo cromato opaco, protezione IP 65, nei seguenti colori:

- VERDE, per "MARCIA POMPA" e "RESET ALLARMI"
- ROSSO, per "ARRESTO POMPA" e "FERMA"
- NERO, per "APRE" , "CHIUDE" e "PROVA LAMPADE"

Targhette:

Targhette pulsanti, fondo nero diciture incise in bianco.

Targhe in generale, fondo chiaro diciture incise in nero, fissate con viti.

Armadi e quadri elettrici:

Il quadro di comando locale verrà ubicato nel locale del precedente scarico di fondo in sponda sinistra. Il quadro principale sarà ubicato in casa di guardia.

Saranno costruiti in lamiera di acciaio, di spessore 2 mm provvisti di sportelli apribili, dotati di chiusura a chiave.

Essi saranno dimensionati per contenere tutte le apparecchiature previste lasciando ampi spazi per i collegamenti, le ispezioni e manutenzioni, nonché spazio separato per alloggiare le morsettiere di telecomando ed acquisizione remota. Dovranno essere provvisti di interruttore generale interbloccato con gli sportelli, dotato di blocco con lucchetto.

Dovranno essere previsti una resistenza anticondensa autoregolante ed un circuito di illuminazione in funzione con gli sportelli aperti.

Ogni armadio deve essere provvisto di tasca porta schemi all'interno degli sportelli.

Tutte le apparecchiature elettriche montate all'interno dell'armadio debbono essere identificate con targhette che riportino la sigla dello schema. Le targhette debbono essere costruite in alluminio anodizzato nero, spessore 2 mm, fissate con rivetti o viti autofilettanti e non incollate.

Le apparecchiature elettriche debbono essere fissate con viti provviste di rosette elastiche antisvito.

Tutti i morsetti delle apparecchiature, non utilizzati, dovranno essere stretti a fondo.

Tutte le barre collettrici in rame nudo dovranno essere inguainate con tubo isolante termorestringente.

Le canaline portaconduttori debbono essere fissate con viti e non incollate.

3.5. SALDATURE

I procedimenti di saldatura che l'Appaltatore utilizzerà per la costruzione e l'assemblaggio delle componenti dovranno essere conformi quanto più possibile alle norme ASME e dovranno essere approvati da un Ente di Certificazione (RINA, LROS, ecc.).

I procedimenti saranno sottoposti ad approvazione della D.L.

Prima della saldatura, le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, scaglie, vernici, grasso, ruggine ed altri elementi dannosi per una buona riuscita della lavorazione. Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri metodi idonei.

Le saldature potranno essere eseguite utilizzando sia il procedimento elettrico manuale che quello automatico ed impiegando elettrodi di classe di qualità 4 B omologati secondo norme UNI 5132.

Gli elettrodi dovranno essere immagazzinati accuratamente in luoghi chiusi e dovranno essere protetti dall'umidità sia durante l'immagazzinamento sia durante la manipolazione prima dell'uso. Durante i periodi freddi o con forte umidità, l'Appaltatore dovrà tenere gli elettrodi negli appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di 40-50 °C.

Dopo ogni passata di saldatura o prima di eseguire la successiva, dovrà essere eliminata ogni traccia di incrostazione, ossido e scoria mediante appositi utensili manuali o meccanici (martellina, spazzola meccanica ecc.).

Le sequenze di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da non dar luogo a sforzi o deformazioni anomale alle parti da saldare. Le saldature dovranno risultare continue e prive di sbavature.

I saldatori impiegati nella fabbricazione e montaggio saldato delle opere in acciaio dovranno essere qualificati, secondo le norme UNI - ASME o dall'Istituto Italiano della Saldatura ed in possesso di patentino di abilitazione rilasciato da un Istituto o Ente riconosciuto. La validità del patentino di saldatura dovrà essere conforme alle norme UNI 4633.

Le saldature non potranno essere effettuate se la loro qualità dovesse essere compromessa da condizioni atmosferiche avverse come la presenza di pioggia, umidità intensa e forti venti. Le saldature dovranno essere effettuate con temperature ambientali $\geq + 5$ °C. Per temperature più basse dovrà essere previsto un opportuno preriscaldamento dell'acciaio ad una temperatura non inferiore a 40 °C. Il preriscaldamento potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo (bruciatori a gas propanici, resistenze elettriche, ecc.). Il controllo della temperatura dovrà essere effettuato con "termocolori" o matite termiche a punto di fusione o a viraggio di colore.

I controlli visivi copriranno il 100% delle saldature eseguite.

A richiesta della D.L., le saldature potranno essere sottoposte a prove e controlli. Questi controlli, da eseguirsi nelle posizioni e secondo le modalità indicate dalla D.L., potranno consistere in controlli radiografici, magnetoscopici o a liquidi penetranti. I difetti di saldatura su cui verrà posta particolare attenzione, riguarderanno: inadeguata penetrazione, incompleta fusione, bruciature, inclusione di scorie, porosità, inclusioni gassose, cricche, incisioni ed incrinature.

Le saldature che dovessero contenere difetti tali da compromettere la resistenza del collegamento non potranno essere accettate e dovranno essere riparate o sostituite a cura e spese dell'Appaltatore. I risultati degli esami radiografici dovranno soddisfare quelli richiesti dalle norme UNI - ASME; tuttavia non saranno accettati difetti di mancanza di penetrazione al cuore (della saldatura).

3.6. TRATTAMENTI DI PROTEZIONE SUPERFICIALE

A seconda del tipo di materiali e superfici, dovranno essere eseguite le indicazioni riportate nei paragrafi seguenti.

Acciai inossidabili:

Le superfici non devono essere verniciate. Le superfici sottoposte a strisciamento devono essere protette mediante l'applicazione di grasso.

Parti in acciaio al carbonio o legato sottoposte a strisciamenti relativi:

Queste superfici non devono essere verniciate. Le superfici sottoposte a strisciamento relativo, quali perni, rotaie ecc. devono essere adeguatamente lubrificate e protette mediante l'applicazione di grasso.

Parti strutturali in acciaio al carbonio non sottoposte a strisciamenti:

Le parti in acciaio al carbonio verranno protette con il seguente ciclo:

- Sabbiatura grado: SA 2.5
- 1 mano zincante inorganico: sp. 70 micron
- 1 mano intermedio epossidico: sp. 80 micron
- 2 mani pittura epossidica: sp. 160 micron

Spessore totale trattamenti: 310 micron, gli spessori indicati si intendono per film secco.

Le parti soggette ad accoppiamento, come flange e superfici di interfaccia tra strutture diverse, devono essere trattate unicamente con primer.

Parti in acciaio al carbonio da accoppiare con requisiti di precisione:

Le parti strutturali in acciaio al carbonio soggette ad accoppiamento con requisiti di bassa precisione, (flange di accoppiamento di interfaccia tra strutture, sia grezze che lavorate di macchina utensile) devono essere protette con il seguente ciclo (gli spessori indicati si intendono per film secco):

- Sabbiatura grado: SA 2.5
- 1 mano zincante inorganico: sp. 75 micron
- superficie esterna:
 - sabbiatura: grado SA 2.5
 - 1 mano zincante inorganico: sp. 70 micron
 - 1 mano intermedio epossidico: sp. 80 micron
 - 2 mani pittura epossidica: sp. 160 micron

Le parti in acciaio al carbonio lavorate di macchina utensile e soggette ad accoppiamento di elevata precisione devono essere protette dalla sabbiatura, adeguatamente sgrassate e trattate con primer al fine di evitare l'ossidazione.

Protezione superficiale condotte:

- Superficie esterna ed interna:
 - sabbiatura grado: SA 2.5
 - 1 mano zincante inorganico: sp. 70 micron
 - 1 mano intermedio epossidico: sp. 80 micron
 - 2 mani pittura epossidica: sp. 160 micron
 - Spessore totale trattamenti: 310 micron, gli spessori indicati si intendono per film

secco.

Altre superfici:

Le parti in gomma, tela, materiale plastico ecc. non vanno trattate.

Per alcuni componenti in acciaio al carbonio quali perni, alberi, staffe e supporti potrà essere richiesto un trattamento galvanico. Tali indicazioni saranno riportate sui relativi disegni costruttivi dell'Appaltatore. Le superfici delle intelaiature a diretto contatto con getti di seconda fase saranno trattate unicamente con latte di calce.

Procedimento dei controlli e criteri di accettabilità:

Il controllo visivo deve essere effettuato sul ciclo completo (manufatti verniciati finiti).

Devono essere verificate l'uniformità della tinta, la conformità del colore a quanto richiesto dalla D.L., l'assenza di colature, bollature, scalfitture o altri difetti che pregiudichino l'efficacia e l'estetica della protezione. Eventuali anomalie devono essere rimosse e le aree interessate devono essere ripristinate secondo il ciclo previsto.

Il controllo dello spessore del film secco deve essere effettuato secondo la norma ASTM D 1186 con spessimetro magnetico al termine di ogni fase del ciclo di verniciatura.

Nel caso di controllo del solo primer e del primer più intermedio, le misurazioni dovranno essere eseguite secondo le modalità seguenti:

- Per ogni 10 m² devono essere scelti casualmente almeno cinque punti di lettura di area compresa in un diametro di 12 mm. In ognuno di essi devono essere eseguite almeno tre letture. La media delle letture determina lo spessore del punto di lettura
- La media degli spessori dei punti di lettura determina lo spessore totale del film secco
- Su ogni valore di spessore del film secco è ammesso uno scostamento pari a: +30% e -10% dello spessore nominale richiesto
- Ogni misura di spessore non deve essere inferiore al 90% dello spessore nominale richiesto

3.7. PIANO DI CONTROLLO QUALITÀ

- L'Appaltatore fornirà il Piano di Controllo Qualità che descriverà tutte le fasi rilevanti del lavoro e quelle in officina in cui viene prevista la presenza della D.L.
- L'Appaltatore dovrà notificare con alcuni giorni di anticipo le date di collaudi ed ispezioni in officina per cui è previsto l'intervento della D.L.
- In ogni caso la D.L. potrà eseguire ulteriori ispezioni e controlli che riterrà opportuni anche in date differenti da quelle indicate nel Piano di Controllo Qualità.

3.8. COLLAUDI IN OPERA

L'Appaltatore porrà la massima cura per la corretta installazione delle intelaiature e delle valvole, posizionandole alle quote e con le tolleranze indicate a disegno.

FASI DI COLLAUDO

1. Installazione delle paratoie e verifica a vuoto di operazioni di apertura e chiusura, azionando gli appositi cilindri oleodinamici.
2. Controllo visivo, atto a verificare la corretta aderenza delle guarnizioni sulle rispettive controsedi di tenuta.
3. Allagamento delle paratoie e delle valvole al fine di verificarne la tenuta.

Il criterio di accettabilità del collaudo in opera dell'impianto, sarà il seguente:

- il grado di tenuta sarà tale da garantire una perdita di acqua non superiore a 0,05 litri al secondo per ogni metro di guarnizione sotto il carico nominale (per la valvola a saracinesca: 0,5 l/min; mentre per le altre valvole si rimanda alle specifiche del fornitore approvate dalla D.L.).

Dott. Ing. Carlo Claudio MARCELLO

