



# Valle Dora Energia

## PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO IDROELETTRICO SALBERTRAND - CHIOMONTE

**VALLE DORA ENERGIA s.r.l.**  
L'AMMINISTRATORE DELEGATO  
(dott. arch. Giuseppe Garbati)

a cura di:

	prof. ing. Alessandro Paoletti 	dott. ing. Giovanni Battista Peduzzi 	dott. ing. Filippo Malingegno 
	L'Amministratore Delegato (dott. ing. Roberto Garbati) 	Il Direttore Produzione Idroelettrica (p.i. Luigi Bonifacino) 	Il Responsabile Project Management (dott. Andrea Verlucca Moreto) 

Titolo:

### CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA

Revisioni:	N°	Descrizione	Data		
	0	EMISSIONE PER VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ V.I.A.	APRILE 2012		
Numero Elaborato:	Tipologia	Commessa	Documento	Numero	Scala
	<b>PD</b>	<b>442-04</b>	<b>AT</b>	<b>A.09.00</b>	

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## INDICE

<b>ART. 1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>8</b>
<b>ART. 2</b>	<b>MATERIALI FORNITI A PIE' D'OPERA .....</b>	<b>9</b>
2.1	GENERALITÀ .....	9
2.2	ACQUA - SABBIA - GHIAIA E PIETRISCO - PIETRE NATURALI.....	9
2.3	MATERIALI METALLICI.....	10
2.4	PROFILATI E MASTICI PER GIUNTI .....	10
2.5	TELI DI NON TESSUTO .....	10
2.6	PROVE DEI MATERIALI .....	10
<b>ART. 3</b>	<b>SCAVI.....</b>	<b>12</b>
3.1	GENERALITÀ .....	12
3.2	PROGRAMMA DI SCAVO .....	12
3.3	VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO.....	13
3.4	CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI.....	13
3.5	TIPI DI SCAVI.....	13
3.6	MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE.....	14
3.7	SMOTTAMENTI .....	15
3.8	ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI.....	15
3.9	PALANCOLE METALLICHE.....	16
3.10	RIFINITURA DELLE SUPERFICI DI SCAVO.....	16
3.11	ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS.....	16
3.12	TRANSITO STRADALE.....	16
3.13	INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI.....	17
3.14	ATTRAVERSAMENTI.....	18
3.15	PRECAUZIONI PER L'USO DI MINE .....	18
<b>ART. 4</b>	<b>DISBOSCAMENTO .....</b>	<b>19</b>
4.1	GENERALITA' .....	19
4.2	DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI.....	19
4.3	DISBOSCAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI.....	19
4.4	SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE ARGINALI .....	19
<b>ART. 5</b>	<b>RINTERRI - RILEVATI.....</b>	<b>21</b>

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

5.1	GENERALITÀ .....	21
<b>ART. 6</b>	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>22</b>
6.1	GENERALITÀ .....	22
6.2	MATERIALI.....	22
6.2.1	CEMENTO.....	22
6.2.2	AGGREGATI.....	22
6.2.3	ACQUA DI IMPASTO .....	26
6.2.4	ADDITIVI.....	26
6.3	TIPI E CLASSI DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	29
6.3.1	TIPI PARTICOLARI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	30
6.4	CLASSI DI ESPOSIZIONE .....	31
6.5	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	32
6.6	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	33
6.7	RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	33
6.8	DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	34
6.9	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE .....	35
6.9.1	CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	35
6.9.2	TRASPORTO .....	36
6.9.3	POSA IN OPERA.....	36
6.9.4	STAGIONATURA E DISARMO .....	40
6.9.5	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI.....	41
6.9.6	PROVA SUI MATERIALI E SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO FRESCO .....	41
6.9.7	ARMATURE PER C.A. ....	42
6.10	CALCOLAZIONE DELLE STRUTTURE.....	42
6.11	PRECAUZIONI PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DURANTE LA STAGIONE FREDDA.....	43
6.12	PRECAUZIONI PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DURANTE LA STAGIONE CALDA .....	44
<b>ART. 7</b>	<b>CASSEFORMI .....</b>	<b>45</b>
7.1	GENERALITÀ .....	45
7.2	CASSEFORME CENTINATE .....	45
7.3	TIRANTI DI ANCORAGGIO .....	45
7.4	PULIZIA E LUBRIFICAZIONE .....	45
7.5	DISARMO .....	46
<b>ART. 8</b>	<b>FERRO TONDO D'ARMATURA .....</b>	<b>47</b>
8.1	GENERALITÀ .....	47

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

<b>ART. 9</b>	<b>POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI .....</b>	<b>48</b>
9.1	GENERALITÀ .....	48
9.2	GIUNTI ED ANCORAGGI .....	48
9.3	TUBI, RACCORDI ED APPARECCHI .....	49
9.4	TRACCIATI E SCAVI DELLE TRINCEE .....	49
9.5	SCARICO DAI MEZZI DI TRASPORTO .....	50
9.6	PULIZIA DEI TUBI ED ACCESSORI .....	50
9.7	POSA IN OPERA DEI TUBI .....	50
9.8	POSA IN OPERA DEI RACCORDI, APPARECCHI ED ACCESSORI .....	50
9.9	GIUNZIONI IN GENERE .....	51
9.10	PROVA DELLE TUBAZIONI .....	51
9.11	TUBAZIONI DI ACCIAIO .....	52
<b>ART. 10</b>	<b>COPERTURE, IMPERMEABILIZZAZIONI ESTERNE E COIBENTAZIONE TERMICA COPERTURE .....</b>	<b>54</b>
10.1	IMPERMEABILIZZAZIONI .....	54
10.1.1	GENERALITÀ .....	54
10.1.2	MATERIALI .....	54
10.1.3	IMPERMEABILIZZAZIONI DI COPERTURE PIANE .....	54
10.1.4	IMPERMEABILIZZAZIONI PER STRUTTURE IN ELEVAZIONE E FONDO STRUTTURE .....	55
<b>ART. 11</b>	<b>OPERE DI CARPENTERIA METALLICA .....</b>	<b>56</b>
11.1	GENERALITÀ .....	56
11.2	MATERIALI .....	56
11.3	PARAPETTI METALLICI .....	56
11.4	GRIGLIATI ZINCATI .....	57
11.5	COPERTURE DI BOTOLE, POZZETTI ECC .....	57
11.6	SCALE ALLA MARINARA .....	57
11.7	LAMIERE ZINCATE, DI RAME ED INOX .....	57
11.8	PIOMBO .....	57
11.9	CANALI DI GRONDA .....	57
11.10	BOCCHETTONI .....	58
11.11	PLUVIALI .....	58
11.12	SCOSSALINE .....	58
<b>ART. 12</b>	<b>SERRAMENTI .....</b>	<b>59</b>
12.1	GENERALITÀ .....	59

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

12.2	MATERIALI.....	59
12.2.1	PROFILATI IN ACCIAIO PER SERRAMENTI.....	59
12.2.2	VETRI.....	59
12.2.3	PROVE.....	59
12.3	SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI NORMALI PER FINESTRE .....	59
12.4	SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI FERRO-FINESTRA .....	60
12.5	SERRAMENTI PER PORTE IN FERRO .....	60
12.6	SERRAMENTI IN ALLUMINIO ANODIZZATO .....	60
<b>ART. 13</b>	<b>RECINZIONI .....</b>	<b>61</b>
13.1	GENERALITÀ .....	61
13.2	MATERIALI.....	61
13.3	RECINZIONI IN RETE METALLICA PLASTIFICATA .....	61
13.4	CANCELLI CARRAI .....	61
13.5	CANCELLI PEDONALI.....	61
<b>ART. 14</b>	<b>SISTEMAZIONI DI VERSANTE E OPERE IN VERDE.....</b>	<b>62</b>
14.1	GENERALITÀ .....	62
14.2	PREPARAZIONE DEL TERRENO .....	62
14.3	MESSA A DIMORA DI TALEE E PIANTINE .....	63
14.4	SEMINE .....	65
14.5	BIORETI.....	67
14.6	PASSONATE, GRATICCIATE .....	70
14.7	FASCINATE E CORDONATE.....	71
14.8	PALIFICATE DI SOSTEGNO IN LEGNAME.....	71
14.9	GRADONATE VIVE CON TALEE E PIANTINE .....	72
14.10	GRATE VIVE IN LEGNAME CON TALEE E PIANTINE.....	73
14.11	GEORETI .....	75
14.12	RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE.....	76
14.13	RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ZINCATA (E PLASTIFICATA) E BIOFELTRI - BIOSTUOIE .....	76
14.14	RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE E GEOSTUOIA TRIDIMENSIONALE.....	77
14.15	RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO PRECONFEZIONATO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ZINCATA (E PLASTIFICATA) CON: .....	78
14.16	RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO CONFEZIONATO IN OPERA IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ZINCATA (E PLASTIFICATA) E DIAFRAMMI CON NON TESSUTO, BIOFELTRO O GEOSTUOIA TRIDIMENSIONALE.....	78

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

14.17	RIVESTIMENTO VEGETATIVO A TASCHE IN RETE ZINCATA E NON TESSUTO O GEOSTUOIA SINTETICA.....	78
14.18	RIVESTIMENTO IN GRIGLIA O RETE METALLICA ANCORATA E GEOTESSUTO E TERRICCIO .....	79
14.19	CHIODATURE NEI TERRENI .....	79
14.20	TRAPIANTO DAL SELVATICO DI ZOLLE ERBOSE .....	79
14.21	TRAPIANTO DAL SELVATICO DI INTERE ECOCELLE.....	80
14.22	TAPPETO ERBOSO PRONTO .....	80
14.23	TRAPIANTO DI RIZOMI E DI CESPI.....	80
14.24	COPERTURA DIFFUSA CON RAMAGLIA VIVA.....	81
14.25	COPERTURA DIFFUSA CON CULMI DI CANNA.....	81
14.26	TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VEGETATO.....	81
14.27	MURO A SECCO RINVERDITO .....	83
14.28	CUNEO FILTRANTE .....	83
14.29	MURO VEGETATIVO IN CONGLOMERATO A SECCO DI INERTE E FIBRE TESSILI SINTETICHE.....	84
14.30	BARRIERA VEGETATIVA ANTIRUMORE IN TERRAPIENO COMPRESSO .....	84
<b>ART. 15 SCOGLIERE, RIVESTIMENTI IN PIETRAME, GABBIONATE .....</b>		<b>86</b>
15.1	GENERALITÀ .....	86
15.2	OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI E CORAZZAMENTO FONDO ALVEO .....	87
15.3	OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI .....	89
<b>ART. 16 RILIEVI E TRACCIAMENTI.....</b>		<b>93</b>
<b>ART.17 LAVORI IN SOTTERRANEO.....</b>		<b>94</b>
17.1	GENERALITÀ.....	94
17.2	CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI IN SOTTERRANEO .....	94
17.3	SCAVI IN GALLERIA .....	95
17.4	SOSTEGNI PROVVISORI DEGLI SCAVI IN GALLERIA .....	95
17.5	ESAURIMENTO D'ACQUA NEI LAVORI IN SOTTERRANEO .....	97
17.6	VENTILAZIONE .....	97
17.7	ILLUMINAZIONE.....	98
17.8	PERFORAZIONI MECCANICHE IN SOTTERRANEO.....	98
17.9	MURATURE IN SOTTERRANEO.....	98
<b>ART. 18 CONDOTTE FORZATE.....</b>		<b>100</b>
18.1	GENERALITÀ.....	100
18.2	ESTENSIONE DELLA FORNITURA .....	100
18.3	NORME, PRESCRIZIONI, PROGETTO, DISEGNI E DOCUMENTAZIONE .....	101

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

18.4	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO .....	102
18.5	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE .....	107
18.6	MONTAGGI E ATTIVAZIONE .....	109
18.7	PROVE E COLLAUDI .....	109
<b>ART. 19 VERNICIATURA CONDOTTA FORZATA .....</b>		<b>115</b>
19.1	PREMESSA.....	115
<b>ART. 20 PROTEZIONE CATODICA CONDOTTA FORZATA.....</b>		<b>122</b>
20.1	PROGETTO.....	122
20.2	NORME DI RIFERIMENTO.....	122
20.3	MATERIALI.....	123
20.4	CRITERI DI PROGETTO .....	123
20.5	PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....	124
20.6	MESSA IN SERVIZIO E COLLAUDO.....	132
<b>ART. 21 APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE .....</b>		<b>133</b>
21.1	COLLAUDI .....	133
21.2	GARANZIA.....	134
21.3	GENERATORI .....	134
21.4	SISTEMA DI ECCITAZIONE E REGOLATORE DI TENSIONE.....	135
21.5	SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO .....	135
21.6	PROVE E COLLAUDI .....	135
<b>ART. 22 FONDAZIONI SPECIALI: DIAFRAMMI PLASTICI, HPDE, C.A., PALI GETTATI IN OPERA, MICROPALI, TIRANTI DI ANCORAGGIO .....</b>		<b>137</b>
22.1	DIAFRAMMI PLASTICI .....	137
22.2	DIAFRAMMI IMPERMEABILI IN PANNELLI DI HDPE.....	138
22.3	PALI DI FONDAZIONE GETTATI IN OPERA .....	140
22.4	MICROPALI.....	144
22.5	TIRANTI DI ANCORAGGIO.....	148
22.6	DIAFRAMMI IN CALCESTRUZZO A PARETE CONTINUA .....	155
<b>ART. 23 NOLI.....</b>		<b>162</b>
23.1	NOLO DI PONTEGGIO .....	162
23.2	NOLO DI ELICOTTERO .....	162

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**ART. 24 COLLAUDO DELLE OPERE ..... 164**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**Art. 1 PREMESSA**

Il presente disciplinare tecnico è parte integrante del progetto definitivo degli interventi di revamping degli impianti idroelettrici Salbertrand-Chiomonte e Chiomonte-Susa, in Val di Susa lungo la Dora Riparia di proprietà di IRIDE ENERGIA S.p.A.. Per la descrizione degli interventi previsti in progetto si rimanda, ai dettagli geometrici e tecnologici, nonché alle caratteristiche costruttive si rimanda agli elaborati tecnici (atti) e grafici (disegni) facenti parte del presente progetto definitivo.

Le prescrizioni contenute nel presente disciplinare e le eventuali modifiche e integrazioni introdotte nel successivo progetto esecutivo faranno parte del contratto di appalto.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 2 MATERIALI FORNITI A PIE' D'OPERA**

### **2.1 GENERALITÀ**

I materiali e le apparecchiature da impiegare devono tutti soddisfare ai requisiti indicati o richiamati nel presente disciplinare tecnico, ed essere di completo gradimento della Direzione Lavori.

L'Appaltatore, su richiesta di quest'ultima, ha l'obbligo di prestarsi in ogni tempo a sottoporre i materiali e le apparecchiature impiegati e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la Direzione Lavori per l'accertamento della loro qualità, resistenza e affidabilità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di rifiutare i materiali e le apparecchiature che non ritenesse rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Capitolato o giudicasse inadatti alla buona riuscita dei lavori.

L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale o apparecchiatura non pregiudica alla Direzione Lavori il diritto di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo, i materiali, le apparecchiature ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali.

I materiali, le apparecchiature ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la Direzione Lavori.

Non ottemperando l'Appaltatore a tali disposizioni, si procederà d'ufficio a tutte spese dell'Appaltatore stesso, e delle stesse verrà fatta immediata detrazione sulla contabilità dei lavori.

I prezzi dei materiali e delle apparecchiature si intendono per materiali ed apparecchi sdoganati resi franco magazzino cantiere e comprendono quote per spese generali ed utili dell'Impresa.

Le quote si intendono sempre riferite a materiali di ottima qualità rispondenti alle caratteristiche specificate ed approvate dalla Direzione Lavori.

### **2.2 ACQUA - SABBIA - GHIAIA E PIETRISCO - PIETRE NATURALI**

**ACQUA:** dovrà essere dolce e limpida; priva di sostanze eterogenee e risultare non aggressiva per i materiali con i quali verrà impiegata e per la buona conservazione delle strutture.

**SABBIA:** essa dovrà essere selezionata, in ordine alle dimensioni, secondo le tre classi seguenti:

- sabbia grossa - grani da 2 a 5 mm;
- sabbia media - grani da 0,5 a 2 mm;
- sabbia fine - grani minori di 0,5 mm

La sabbia non dovrà contenere materie argillose, terrose o melmose; ed avere granulometria non uniforme.

**GHIAIE E PIETRISCHI:** dovranno rispettivamente soddisfare i requisiti per l'uso cui sono destinati. Dal punto di vista granulometrico essi dovranno avere dimensioni che corrispondono alla granulometria stabilita dalla Direzione Lavori, in base a prove preliminari, a seconda delle opere per la cui esecuzione verranno adoperati.

**PIETRE NATURALI:** tutte le pietre, da usarsi nell'esecuzione delle opere, devono essere compatte, di forte resistenza, monde da cappellaccio, senza screpolature, esenti da piani di sfaldamento, venature, interclusioni di sostanze estranee, e dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed efficace adesività con le malte.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **2.3 MATERIALI METALLICI**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, saldature, soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura ecc. Essi dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) gli acciai destinati ad armatura di cementi armati, ivi incluse le reti elettrosaldate per rinforzo dello spritz beton dovranno corrispondere al requisiti di cui alla legge 5.11.1971, n.1086 e al D.M. 1.4.1983. L'impiego di acciai controllati non esclude la facoltà del Committente di fare eseguire prove di verifica.
- b) i profilati a freddo saranno in acciaio Fe37 conforme alle Tabelle UNI 5314-Ed.1964.
- c) le reti e le lamiere stirate per recinzione saranno in acciaio conforme alle Tabelle 3598 - Ed.1954 e modifiche successive;

### **2.4 PROFILATI E MASTICI PER GIUNTI**

I mastici gommo-bituminosi elastoplastici dovranno essere durevoli, non soggetti a colare alle temperature elevate (circa 70 gradi); non fragili alle temperature prossime allo zero; dovranno aderire perfettamente alle superfici in modo da non distaccarsi durante i fenomeni di dilatazione e ritiro delle strutture sigillate. Di tutti i materiali di sigillo l'Appaltatore dovrà dichiarare la provenienza, la composizione, le caratteristiche, sottoponendo almeno tre campioni alla scelta della D.L. corredati da tutte le referenze disponibili di prove tecniche e di soddisfacente impiego.

### **2.5 TELI DI NON TESSUTO**

I teli di non tessuto dovranno essere composti da fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo agugliato, agglomerate senza l'uso dei collanti. Le loro caratteristiche peculiari saranno: imputrescibilità, insensibilità a tutti gli agenti chimici normalmente presenti in natura, resistenza ai raggi ultravioletti, resistenza alla trazione, agli strappi ed al punzonamento. La merce sarà accompagnata all'arrivo in cantiere, dalla certificazione delle prove di laboratorio eseguite in stabilimento.

### **2.6 PROVE DEI MATERIALI**

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento, confezione ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

In particolare, per quanto riguarda i calcestruzzi, periodicamente, ed in relazione al volume dei getti, saranno confezionati provini con gli impasti prelevati alle betoniere alla presenza di un rappresentante che all'uopo sarà delegato dalla D.L.

Ogni provino dovrà essere contrassegnato da un numero progressivo, in corrispondenza del quale, verranno, su apposito Registro tenuto dalla Direzione Lavori, indicata la data e

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

l'ubicazione del prelevamento, la dosatura prescritta per l'impasto, le modalità ed i risultati delle prove.

La valutazione dei risultati ottenuti spetta insindacabilmente alla Direzione Lavori che potrà richiedere la sostituzione di alcuni o di tutti i materiali, la modifica dei disegni di progetto nonché variazioni delle modalità di lavorazione e di posa in opera.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **Art. 3 SCAVI**

#### **3.1 GENERALITÀ**

Nel presente capitolo vengono trattati gli scavi a cielo aperto. Il successivo cap. 17 tratta invece gli scavi in sotterraneo nell'ambito più generale delle specifiche tecniche relative all'esecuzione di gallerie naturali.

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con la effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi. La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, nel rispetto del Piano di Sicurezza che sarà allegato al progetto esecutivo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. Essa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

La Direzione Lavori e/o il Coordinatore per la Sicurezza in corso di esecuzione potranno ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro reinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

#### **3.2 PROGRAMMA DI SCAVO**

Una settimana prima della esecuzione degli scavi, l'Impresa 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 settimana per settimana. Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori 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 speciale modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### 3.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO

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

La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere alla esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto.

L'Impresa, 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 Direzione Lavori di caso in caso.

### 3.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- a) **Scavo in roccia**  
Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di  $0,75 \text{ m}^3$  e di resistenza e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.
- b) **Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura**  
Si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a  $0,75 \text{ m}^3$ .
- c) **Scavo in acqua**  
Si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.  
L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'Impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.  
Nel caso di scarico dell'acqua di aggettamento nelle fognature stradali, si dovranno adottare sistemi di decantazione per evitare interramenti od ostruzioni dei condotti.  
Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

### 3.5 TIPI DI SCAVI

- a) **Scavi di sbancamento**  
Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

**b) Scavi di fondazione**

Si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

**c) Scavi per tubazioni e canalizzazioni**

Si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per attonbare canalette, fognature, condutture e tombinature.

Gli scavi per posa in opera tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte.

Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 cm dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'Impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

### **3.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE**

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Nel caso di scavi in campagna, lo strato superficiale di terreno di coltivo dovrà essere accumulato in loco, separatamente dal restante materiale di risulta, così da poter procedere agevolmente al successivo ripristino del terreno agricolo come allo stato preesistente.

L'eventuale materiale inerte di origine alluvionale risultante dagli scavi deve essere accatastato in loco e poi riutilizzato nei rinterri e nelle sistemazioni d'area comunque necessarie. Tenendo conto infatti dell'odierna difficoltà di reperimento di simili materiali, e conseguentemente del loro costo, non sono giustificati sprechi ed allontanamento a discarica.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che il progetto ha individuato come deposito temporaneo, senza compenso supplementare per l'appaltatore. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato il distendimento e sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

A cura e spese dell'Impresa il materiale giudicato non utilizzabile dalla D.L. dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche.

L'Appaltatore deve essere in grado, prima dell'inizio del lavoro, di documentare in modo inequivocabile l'ampia disponibilità delle discariche e delle zone di deposito temporaneo ivi compresi tutti i permessi ed autorizzazioni per legge necessarie..

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Tali discariche devono risultare adatte allo scopo ed il loro utilizzo non dovrà recare danno a terzi, esse devono altresì essere approvate dal Committente senza che ciò comporti oneri di sorta. Il trasporto a discarica, definitiva o provvisoria, la formazione e la sistemazione finale delle discariche stesse sono a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

### **3.7 SMOTTAMENTI**

L'Impresa 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 Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'Impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'Impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'Impresa il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'Impresa e la Direzione Lavori.

### **3.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI**

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego. Le prescrizioni contenute nel Piano di Sicurezza che verrà allegato al progetto esecutivo integrano ed eventualmente modificano le prescrizioni di natura generale riportate nel presente disciplinare tecnico.

#### **a) Prescrizioni generali**

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'Impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci e ciò sotto la diretta responsabilità dell'Impresa.

#### **b) Armature provvisorie**

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'Impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone ed alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'Impresa.

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. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, per il magistero anche

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi e negli oneri per la sicurezza.

**3.9 PALANCOLE METALLICHE**

Potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori, l'uso di palancole metalliche per isolamento della zona degli scavi.

L'infissione ed estrazione delle palancole metalliche sarà eseguita con mezzi meccanici adeguati.

Le palancole impiegate saranno del tipo a profilo semplice di diversa sezione a seconda di quanto verrà stabilito dalla Direzione Lavori in rapporto alla profondità ed alla zona di lavoro.

Saranno attuati tutti quegli accorgimenti necessari per un'ottima realizzazione dell'opera, che dia la massima garanzia di solidità e resistenza, saranno usati attacchi normali o articolati con piastre di ripartizione, tiranti fissati sopra sotto il livello d'acqua.

Qualsiasi sia il tipo di palancole adottato, l'Impresa rimane sempre l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possano derivare da cedimento delle palancole o cattiva infissione delle stesse.

**3.10 RIFINITURA DELLE SUPERFICI DI SCAVO**

L'Impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

Nel caso di scavo in roccia le fenditure dovranno essere riempite di calcestruzzo tipo D (R'ck 15 N/mm<sup>2</sup>).

**3.11 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS**

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto che dovrà essere dimensionato ed installato in modo tale da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- a. motopompe aspiranti da 6" del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- b. un impianto completo di aspirazione e scarico;
- c. un impianto completo di infissione.

Non appena ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico d'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla Direzione Lavori anche da altre Imprese specializzate.

**3.12 TRANSITO STRADALE**

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono egualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, a predisporre tutto quanto necessario per la viabilità alternativa.

### **3.13 INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI**

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fogne, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Impresa ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati nè delle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto Essa dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc.

Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori.

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'Impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora per effetto dei lavori da eseguire dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **3.14 ATTRAVERSAMENTI**

Gli attraversamenti di strade, ferrovie, canali, corsi d'acqua in genere, ecc.. verranno effettuati secondo le disposizioni che caso per caso verranno dettate dalla Direzione Lavori.

Gli attraversamenti aerei in genere potranno venire effettuati sia mediante ancoraggio della tubazione (generalmente in acciaio) a manufatti esistenti, sia con tubo autoportante (cavallotti) od infine con travate metalliche a traliccio a sostegno della condotta, la quale potrà anche costituire parte integrante e portante della travata.

Le condotte in acciaio saranno protette termicamente con rivestimenti coibenti e protezioni esterne secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Per gli attraversamenti con spingitubo l'appaltatore dovrà preparare, a sua cura e spese, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione Lavori, il progetto particolare dell'attraversamento in accordo alle norme esistenti ed alle indicazioni fornite dall'Ente gestore della struttura da attraversare; nonché l'ottenimento di tutti i permessi e l'espletamento di tutte le pratiche amministrative richieste dall'Ente gestore o da altri Enti interessati. Dovrà inoltre curare l'approvazione di detto progetto concordando con la Direzione Lavori le eventuali modifiche ritenute necessarie.

### **3.15 PRECAUZIONI PER L'USO DI MINE**

Per le mine, che occorressero nell'esecuzione degli scavi, tanto all'aperto che in galleria, l'Appaltatore deve osservare tutte le precauzioni delle leggi e regolamenti in vigore.

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

Le mine che dovessero praticarsi in vicinanza delle strade e dei luoghi abitati, devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione, i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere o segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che si sia accertato che tutte le persone e gli operai si siano posti al sicuro.

Qualora, si ritenesse che gli abitanti in vicinanza dei lavori non si trovassero in condizioni di sufficiente sicurezza contro i pericoli delle mine, saranno fatti sgombrare in tempo utile, o difesi con opportune palizzate o steccati di riparo, tutto a spese dell'Appaltatore e sempre sotto la sua responsabilità.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 4 DISBOSCAMENTO**

### **4.1 GENERALITA'**

Tutte le aree interessate dai lavori, le cave di prestito, le eventuali strade di accesso, gli scavi e i depositi di materiali dovranno essere disboscati a cura dell'Impresa.

Pertanto, all'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'abbattimento degli alberi ed alla loro sfrondata, all'estirpazione di ceppi e radici, di ceppaie e sterpaglie ed al loro trasporto a rifiuto.

Il legname di recupero sarà tagliato a misura dall'Impresa e sarà trasportato a deposito nelle aree indicate dalla Direzione Lavori.

Il legname di recupero rimane di proprietà del Committente.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dalla Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

### **4.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI**

I lavori di decespugliamento andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di lame o cucchiaie o accessori speciali, a seconda delle condizioni locali e delle caratteristiche del terreno.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

### **4.3 DISBOSCAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI**

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

### **4.4 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE ARGINALI**

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dalla Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, fornito di disco con coltelli rotanti; dove necessario, l'intervento sarà completato a mano.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 5 RINTERRI - RILEVATI**

### **5.1 GENERALITÀ**

Per la esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o se indicato nei disegni e/o richiesto dalla Direzione Lavori, si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito.

Per la esecuzione dei rilevati verranno in genere impiegati, salvo contrarie indicazioni della Direzione Lavori materiali non coerenti (sabbia, ghiaia o pietrisco) o coerenti (limi argillosi, argille) anch'essi provenienti sia dagli scavi in cantiere sia da cave di prestito approvate. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. I materiali per i rinterri ed i rilevati dovranno essere disposti in strati dello spessore di circa 30÷40 cm, quindi bagnati e compattati al 70% della densità relativa del materiale impiegato o al 90% dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dei rilevati dovranno essere scarificate asportando il materiale superficiale per uno spessore minimo di 30÷50 cm, a giudizio della Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dovranno essere rullate con rullo vibrante di peso non inferiore alle 2 t e dovranno essere preventivamente ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per quanto concerne il piano d'appoggio di strutture quali serbatoi occorrerà prevedere il preliminare costipamento del fondo scavo mediante minimo 5 passaggi di rullo statico del peso non inferiore all 7 tonnellate.

Il rinterro per costituire il piano di fondazione prevede inoltre l'interposizione di geotessile, la stesura di 10 cm di sabbia costipata, la stesa a strati non superiori a 30 cm di mista naturale di cava priva di frazione fine e di elementi granulari eccedenti i 10 cm di diametro. La mista naturale di cava andrà stesa e costipata per strati successivi non superiori ai 30 cm con almeno 5 passaggi di rullo statico del peso minimo di 7 t.

I drenaggi dovranno essere costituiti da tubazioni in calcestruzzo semplice o in PVC posati secondo le modalità e le direttrici di disegno con adeguata pendenza verso il pozzetto di recapito e avvolgimento completo in geotessuto.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **ART. 6 CALCESTRUZZO**

### **6.1 GENERALITÀ**

Il presente capitolo tratta le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato sia per lavori all'aperto che interrati in conformità ai disegni di progetto ed alle Norme vigenti.

In particolare l'Impresa dovrà, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, attenersi alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" emanate dal Ministero dei LL.PP. con D.M. 9/01/1996 ai sensi dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086.

La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente alla approvazione della Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

### **6.2 MATERIALI**

#### **6.2.1 Cemento**

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi soltanto il cemento pozzolanico ed il cemento altoforno; quest'ultimo dovrà contenere non meno del 40% di loppa d'altoforno e la cementeria dovrà garantire tale composizione specificandone il metodo di misura.

L'impiego del cemento portland potrà essere ammesso, limitatamente alla confezione dei conglomerati dei tipi II e III, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5MPa rispetto a quella della classe indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ICETE CNR e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/05/1965 n° 595 e D.M. 3/06/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. E' facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E' ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presente Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

#### **6.2.2 Aggregati**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2<sup>a</sup> aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) preso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15/A e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

**TABELLA 6.2.2 A - Caratteristiche degli Aggregati**

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO <sub>3</sub> ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalenti in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm <sup>3</sup> /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	Cl - ≤ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf ≥ 0,15 (Dmax= 32 mm) Cf ≥ 0,12 (Dmax= 64 mm)

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m <sup>3</sup> 8000 di aggregati impiegati
-----------------------	---

Nella tabella 6.2.2 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m<sup>3</sup> 5000 impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata con ogni m<sup>3</sup> 1000 di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- minore dello spessore del copriferro.

Gli inerti saranno classificabili in base alla tabella seguente.

DIAMETRO mm	NATURALI	DA FRANTUMAZIONE
0,08-5,0	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5-10	Ghiaino	Graniglia
10-25	Ghiaietto	Pietrischetto
25-76	Ghiaia	Pietrisco
> 76	Ghiaione	Pietrame

Gli inerti devono essere conformi a quanto prescritto dal D.M. 1 Aprile 1983-Allegato 1, par.2 e successive modificazioni.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo a una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti - voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flauge, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, conipatiabilmente con gli altri requisiti richiesti.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

In ogni caso per i calcestruzzi di tutte le classi previste l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima dell'inizio dei getti, quanto segue:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando la qualità, il tipo e la provenienza dei medesimi, e dimostrando che i materiali proposti sono ottenibili in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile;
- b) lo studio granulometrico dei vari componenti per ogni tipo di calcestruzzo, comprendendo le prove a compressione su cubetti, le resistenze dei quali dovranno risultare determinate sia a 7 giorni di stagionatura, che 28 giorni. Il numero delle prove preliminari non sarà inferiore a 30 per ciascuna delle classi superiori a Rck 15 N/mm<sup>2</sup>.

Dovrà inoltre essere dimostrato che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni di impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la D.L. potrà prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prove di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Le prove di resistenza a compressione ed eventuali altre prove che fossero richieste dalla D.L. per i calcestruzzi dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dal D.M. 1 Aprile 1983, su campioni prelevati in numero non inferiore ad uno ogni 100 m<sup>3</sup> di getto.

Fermo restando quanto prescritto sul significato della resistenza caratteristica del calcestruzzo, per i vari tipi di calcestruzzo di cui all'elenco si dovranno in ogni caso rispettare i seguenti dosaggi minimi di cemento:

CLASSE	DOSAGGIO	TIPO
R150	200	325
R200	230	325
R250	270	325
R300	300	325
R400	350	425

I volumi, sia parziali che totali, del miscuglio degli inerti, così come le loro caratteristiche, potranno essere variati, in base ai risultati delle prove granulometriche, alla qualità di materiali, alla destinazione dei getti, a giudizio della D.L., senza che ciò dia diritto all'Appaltatore a compensi od a prezzi diversi da quelli contrattuali.

Particolare cura sarà dedicata in corso di lavorazione al controllo della quantità di acqua di impasto con la prova del cono; in caso di eccesso di acqua rispetto alle quantità stabilite dai provini o in difetto alle quantità massime consentite come in appresso, l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese ad aumentare in corrispondenza il dosaggio del cemento per ristabilire il rapporto acqua-cemento, ove ciò, a parere della D.L., non costituisca pregiudizio per l'opera. L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo. L'eventuale uso di additivi, di qualsiasi genere, sarà soggetto all'approvazione della Direzione Lavori. La D.L. potrà ordinare prove particolari per verificare la resistenza del calcestruzzo all'azione dell'acqua aggressiva. Tali prove restano a totale carico dell'Appaltatore. Il calcestruzzo così confezionato verrà pagato con il prezzo di elenco corrispondente alla classe di appartenenza, intendendosi che ogni onere per l'impiego di cemento speciale e per l'aggiunta di additivi è compensato dal prezzo stesso.

Si precisa che l'autorizzazione a dare inizio ai getti o la mancanza di eccezioni da parte della Direzione Lavori non diminuisce in alcun modo le responsabilità contrattuali dello Appaltatore circa la riuscita dei getti sino all'accettazione definitiva e ferme restando, in ogni caso, le

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

responsabilità dell'Appaltatore stesso, ai sensi e per gli effetti degli artt.1667 e 1669 del Codice Civile.

### **6.2.3 Acqua di impasto**

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (si faccia riferimento alla condizione "satura e superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

### **6.2.4 Additivi**

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

#### **6.2.4.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

In alternativa all'uso di additivi è ammesso l'uso di cementi atti a fornire conglomerati cementizi fluidi o superfluidi a basso rapporto acqua-cemento senza additivazione.

#### **6.2.4.2 Additivi aeranti**

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà in rapporto alla dimensione massima degli aggregati ( $D_{max}$ ) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti previsti.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

**TABELLA 6.2.4.2 A - Dosaggio richiesto di aria inglobata**

<b>D MAX AGGREGATI (mm)</b>	<b>% ARIA OCCLUSA (*)</b>
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(\*) Tolleranza  $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

**6.2.4.3 Additivi ritardanti e acceleranti**

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

**6.2.4.4 Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

**6.2.4.5 Impermeabilizzanti**

Il calcestruzzo, destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10<sup>-9</sup> cm/sec;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche neoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E).

Il rapporto a/c deve essere 0,42:-0,44 in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10-12; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20°; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%.

Sempre a riguardo della impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm/cm<sup>2</sup> in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

**6.2.4.6 Additivi per Calcestruzzi di Massa**

Allo scopo di minimizzare lo sviluppo di calore nei getti cosiddetti ciclopici si impiegheranno cementi a basso tenore di calce ed in minimo dosaggio, compatibilmente con i requisiti di resistenza dei calcestruzzi induriti e del calcestruzzo fresco. A tal fine si utilizzeranno di volta in volta additivi ritardanti e fluidificanti descritti nel punto precedente.

**6.2.4.7 Malte e Betoncini a Stabilità Volumetrica**

Per gli inghisaggi di precisione di macchinari soggetti a severe sollecitazioni di fatica e/o ad ampi cicli di temperatura ed umidità, motori, alternatori, generatori, compressori e similari, per ancoraggio al calcestruzzo e sigillatura di strutture metalliche, di colonne, piastre d'appoggio di ponti, rotaie di gru, perni e zanche, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di temperatura di impiego.

Tale malta impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola o scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e, rispettivamente al 140% (consistenza fluida), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm<sup>2</sup>):

Consistenza	24 ore a 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	650
Fluida	250	750

- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte a stabilità espansiva dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

**6.2.4.8 Malte Sigillanti Espansive e Tenuta Idraulica**

Per ancoraggio e sigillatura tubazioni ed inerti in strutture di calcestruzzo, per la realizzazione di collegamenti strutturali tra parti di strutture prefabbricate in calcestruzzo, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di impiego.

Per gli impieghi di cui al punto precedente, nei casi in cui lo spessore della applicazione risulti elevato (da 5 a 20 cm) e quando l'entità dei getti sia tale da richiedere il controllo del calore di idratazione, verrà impiegato betoncino esente da ritiro di idonee caratteristiche.

Per gli impieghi suddetti, ma in presenza di acque aggressive od acqua di mare, si farà uso di prodotti specifici.

Le malte in questione, impastate col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% consistenza plastica) e al 140% (consistenza fluida), dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cmq):
 

a 1 giorno (mat. a 20°C)		a 28 giorni (mat. a 20°C)	
plastica	300	plastica	850
fluida	250	fluida	750
- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (\*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

I prodotti dovranno essere impiegati secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte espansive dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

### **6.3 TIPI E CLASSI DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Ai fini delle presenti Norme Tecniche vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 6.3 A, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi, e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**TABELLA 6.3 A - Tipi di impiego e classi dei calcestruzzi**

<b>TIPO DI CLS</b>	<b>IMPIEGO DEI CALCESTRUZZI</b>	<b>CEMENTI AMMESSI</b>	<b>MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO</b>	<b>CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono</b>	<b>ACQUA ESSUDATA UNI 7122</b>	<b>CLASSE R<sub>cK</sub> **</b>
I	- Impalcati in c.a. e c.a.p. pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a m 8,00 New Jersey - barriere e parapetti in cemento armato	Pozzolano o altoforno	0,45	> = cm 16 *	< = 0,1%	≥ 40 MPa
II	- Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a m 8,00 - Tombini scatolari - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.) - Calcestruzzi per cunette, cordoli, pavimentazioni - Rivestimenti di gallerie	Pozzolano o altoforno	0,50	> = cm 16	<0,1%	≥ 30 MPa
III	- Muri di sottoscarpa e controripa in calcestruzzo anche se debolmente armato (fino ad un max di kg 30 di acciaio per mc) - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.) - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti - Prismi per difese spondali	Pozzolano o altoforno	0,55	> = cm 16	< 0,2%	≥ 25 MPa

I cementi ad alta resistenza chimica si intendono secondo la UNI 9156

(\*) Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

(\*\*) Salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

### 6.3.1 Tipi particolari di conglomerato cementizio

a) Calcestruzzo ciclopico

Il calcestruzzo ciclopico deve essere realizzato con pietre estratte essenzialmente da cave di basalti, o di calcari, o di arenarie, o di scisti, e affogate in calcestruzzo a kg 250/m<sup>3</sup>.

La cava prescelta deve essere approvata dalla D.L.



*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

	Normale	Armata	Precompress a
Rapporto a/c (UNI 9858)	≤ 0.55	≤ 0.55	≤ 0.55
Volume di aria (UNI 9858)	4-6%	4-6%	4-6%
Aggregati (UNI 9858)	non gelivi	non gelivi	non gelivi
Copriferro (EC 2)	-	≥ 25 mm	≥ 35 mm

### 6.5 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti, compresi il D.M. 9 gennaio 1996 e il D.M. 16 gennaio 1996).

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto dalla consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15/C

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

## **6.6 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

## **6.7 RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti, compreso il D.M. del 9 gennaio 1996).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI 6132, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione -  $R_{ck}$  -, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per m<sup>3</sup>), sarà sottoposto a prova presso laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - Rck - non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - Rck - ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore Rck inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

## **6.8 DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabili, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati cementi a moderata, alta ed altissima resistenza chimica, rispondenti alle prescrizioni della Norma UNI 9156/87.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità	=	20%
- perdita di massa	=	2%
- espansione lineare	=	0.2%
- coefficiente di permeabilità:		
- prima dei cicli	=	10-9 cm/sec
- dopo i cicli	=	10-8 cm/sec.

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica Autostrade riportata al successivo punto 7.10).

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrazione dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

## **6.9 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE**

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme 12I vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

### **6.9.1 Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo 7.9.6.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump), e

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

### **6.9.2 Trasporto**

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico con la prova indicata al seguente paragrafo 7.9.6.

In particolare il calcestruzzo deve venire scaricato dalla betoniera in modo che esso cada verticalmente e da limitata altezza del mezzo od impianto di trasporto; il principio della caduta verticale da limitata altezza deve venire osservato, in tutte le fasi del trasporto e della posa del calcestruzzo.

Gli impianti ed i procedimenti adottati dovranno far sì che il calcestruzzo, dopo l'adeguato tempo di mescolamento nelle impastatrici meccaniche, che sarà fissato dalla D.L., sia trasportato e posto in opera senza alcuna sosta non essendo stato consentito l'impiego di impasti che abbiano comunque stazionato dal momento della loro confezione.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non deve causare una diminuzione di lavorabilità, misurata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test), superiore a 5 cm.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

### **6.9.3 Posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori: Si avrà cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e la fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle dure direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensati nei prezzi di elenco.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a cm 50 misurati dopo la vibrazione.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubo getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tre le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Appena gettato, il calcestruzzo verrà vibrato fino a completo rammollimento, espulsione di aria ed eliminazione di vuoti. I vibratorii, del tipo di alta frequenza, dovranno avere diametro, lunghezza e potenza sufficienti a raggiungere il risultato della più completa costipazione in tempo inferiore ad un minuto su un'area intorno al vibratore non inferiore a tre quarti di metro quadrato. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e di stenderlo con l'impiego del vibratore.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo, non deve superare 2 ore alla temperatura ambiente  $T_a = 20\text{ °C}$ , oppure il tempo equivalente ( $t'e$ ) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

FORMULA	ta (°C)	t'e (ore)
	5	4h 00'
	10	3h 00'
	15	2h 24'
$t'e = 2 \text{ h } (30^\circ / (Ta + 10^\circ \text{C}))$	20	2h 00'
	25	1h 42'
	30	1h 30'
	35	1h 20'

Nel caso in cui in un getto per il cemento monolitico l'interruzione superi il tempo suddetto l'Appaltatore sarà tenuto a stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia-cemento) dello spessore di cm 1-2, con un dosaggio di cemento di almeno kg 600 per metro cubo e senza alcun compenso.

Nel caso che l'interruzione superi le 8 ore alla temperatura ambiente di  $Ta = 20^\circ \text{C}$  o il tempo equivalente (t'e) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

FORMULA	ta (°C)	t'e (ore)
	5	16h 00'
	15	12h 30'
$t'e = 8 \text{ h } (30^\circ / (Ta + 10^\circ \text{C}))$	20	9h 35'
	25	8h 00'
	30	6h 15'
	35	5h 00'

si deve lavare la superficie di ripresa con acqua ad altissima pressione (water blaster) e sabbia in pressione, in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere alla stesa della malta di collegamento.

Nel caso dei getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto.

A completamente di quanto sopra, valgono le regole e le prescrizioni seguenti:

- ultimato uno strato di getto dovrà essere proibito, almeno per sei ore, il passaggio di personale sul calcestruzzo;
- durante i periodi di basse temperature i getti dovranno essere protetti mediante coperture opportunamente sollevate dalla superficie di getto. In tali condizioni le temperature sopra e sotto la copertura, specie di notte, dovranno essere accuratamente seguite e controllate con appositi termometri. I getti potranno avere inizio al mattino, solo con temperature superiori a  $2^\circ \text{C}$  e con tendenza all'innalzamento della temperatura; cesseranno alla sera qualora la temperatura scendesse sotto i  $4^\circ \text{C}$ ;
- il disarmo non potrà avvenire prima che siano trascorse 48 ore dall'ultimazione del getto;
- qualora nei getti, subito dopo l'inizio della presa, si verificassero anche piccole lesioni o incrinature, la D.L potrà ordinare la demolizione dei getti anche se le prove ed i controlli a suo tempo eseguiti sul cemento o sugli inerti avessero dato risultati favorevoli;
- costituendo le riprese di getto il punto più delicato delle strutture, è necessario che il programma di lavoro venga studiato e realizzato dall'Appaltatore in modo tale da eseguire ogni singolo elemento con continuità salvo le sospensioni notturne e festive;
- sospensioni di getti nell'esecuzione di un elemento, superiori a 48 ore, per negligenza o imprevidenza dell'Appaltatore, compresi guasti agli impianti od esaurimento di scorte di inerti o di cemento, interruzioni o irregolarità di approvvigionamento, comporteranno a

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori intenderà prendere per sanare il difetto verificatosi;
- per gli oneri di cui ai precedenti capoversi e relativi alle riprese di getto, nessun compenso è dovuto all'Appaltatore;
  - il calcestruzzo gettato sarà opportunamente spianato con mezzi idonei che ne impediscono la proiezione così da evitare la separazione dei componenti.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onore di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 K e 303 K.

#### **6.9.4 Stagionatura e disarmo**

##### **6.9.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine tutte le superfici non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide fino al termine della presa del conglomerato cementizio, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematura ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

##### **6.9.4.2 Maturazione accelerata a vapore**

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K ( i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

#### **6.9.4.3 Disarmo e scasseratura**

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

#### **6.9.4.4 Protezione dopo la scasseratura**

Si richiama integralmente la Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematura essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni dei prospetti XII e XIII della Norma Uni 9858.

#### **6.9.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari**

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc, per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passo d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori. Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

#### **6.9.6 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco**

Fermo restando quanto stabilito riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quanto lo ritenga

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglio quadra diametro 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

### **6.9.7 Armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 27.7.1975 e successivi aggiornamenti) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi, la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a cm 3. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di cm 4. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a mm 0,6, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto; l'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

### **6.10 CALCOLAZIONE DELLE STRUTTURE**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Le opere in c.a. devono essere conformi alle prescrizioni delle leggi e disposizioni vigenti. Si citano in particolare le seguenti:

- Legge 5.11.1971 n° 1086; Circ. Min. LL.PP. 14.2.1947 n° 11951; D.M. LL.PP. 3.10.1978; Circ. Min. LL.PP. 9.11.1978 n° 18591; Circ. Min. LL.PP. 9.1.1980 n° 20049; D.M. 26.3.1980 Min. LL.PP. (approvazione norme tecniche per la esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e delle strutture metalliche); Circ. Min. LL.PP. 30.6.80 n° 20244 (istruzioni relative alle norme tecniche); D. Min. LL.PP. 1.4.1983 (variazioni e integrazioni al D.M. 26.3.1980); D.M. 9 gennaio 1996 Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Le strutture in c.a. saranno eseguite in base a calcoli di stabilità ed ai disegni esecutivi redatti e firmati da un ingegnere iscritto all'Albo, incaricato dall'Appaltatore a sue spese. L'Appaltatore dovrà presentare i relativi elaborati (relazione e disegni esecutivi) alla Direzione Lavori entro il termine che verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto, nonché ai chiarimenti forniti, anche a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. È prescritto che in sede di calcolazione dei c.a. delle costruzioni ne sia predisposta la suddivisione in parti di forma geometrica ben definita e di dimensioni tali che in fase esecutiva la loro gettata possa sicuramente avvenire senza interruzioni o riprese di sorta.

Qualora il progetto esecutivo posto a base d'appalto contenesse già gli elaborati esecutivi dei cementi armati, l'appaltatore ha l'obbligo di verificare e far propri i suddetti elaborati, presentando eventuali osservazioni alla Direzione Lavori, entro trenta giorni della consegna dei lavori. In mancanza di osservazioni gli elaborati si intenderanno accettati dall'appaltatore.

La tenuta idraulica in corrispondenza delle superfici di separazione fra un getto e l'altro (giunti) deve essere garantita con l'inserzione di adatti profilati in acciaio oppure in materiali sintetici adatti per il contatto con acque potabili (Circ. Min. San. n° 102 del 2.12.1978).

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle varie strutture in c.a. non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni di ogni genere concordate con la Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione. L'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per la loro progettazione e calcolo, anche quando nel progetto siano già contenuti i calcoli del c.a. che per la qualità dei materiali e loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi possano risultare. Nel caso in cui venissero presentati disegni esecutivi già dimensionati da parte della Stazione Appaltante, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le verifiche di calcolo necessarie ed a presentare gli elaborati di verifica alla Direzione Lavori per l'approvazione. Anche in questo caso l'Appaltatore è e rimane il solo responsabile delle opere, sia per i calcoli di verifica effettuati che per la qualità dei materiali e loro esecuzione.

Dopo l'approvazione dei calcoli da parte della Direzione Lavori gli stessi dovranno essere presentati per il deposito al Genio Civile. In caso negativo l'Impresa sarà tenuta ad eseguire nuovamente i calcoli.

#### **6.11 PRECAUZIONI PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DURANTE LA STAGIONE FREDDA**

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore minore di 20 cm, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento preventivo degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, qualora la temperatura della stessa sia superiore ai 40°C. Quando la temperatura

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

dell'acqua superiori a 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua+inerti sarà scesa al di sotto di 40°C. Durante la stagione fredda, il tempo per la scasseratura delle strutture deve essere protratto, per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 0,20 Rck e comunque superiore a 50 N/mm<sup>2</sup>). Fino al momento del disarmo, si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei +5°C.

**6.12 PRECAUZIONI PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DURANTE LA STAGIONE CALDA**

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30°C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento). Qualora la temperatura dell'impasto non possa venire mantenuta al di sotto di 30°C, i getti debbono essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante-ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura. Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. In luogo della bagnatura, le superfici dei getti possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 7 CASSEFORMI**

### **7.1 GENERALITÀ**

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche ed in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

Quanto indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.

L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

### **7.2 CASSEFORME CENTINATE**

Per i cunicoli, canalette, serbatoi, ponti, viadotti, ecc.. potranno essere richieste casseforme centinate, cilindriche o sagomate. Tali casseforme dovranno rispettare le linee ed i raggi indicati sui disegni, i pannelli metallici dovranno essere incurvati o se in masonite o lamiera in modo da evitare la vista di facce piane lungo le pareti ad arco. Particolare cura dovrà essere adottata per i puntellamenti e le tirantature delle casseforme per mantenere entro le tolleranze i getti finiti. La Direzione Lavori potrà permettere l'uso di casseforme scorrevoli o pneumatiche.

### **7.3 TIRANTI DI ANCORAGGIO**

I tiranti di ancoraggio disposti per sostenere i casseri debbono essere sommersi nel calcestruzzo e tagliati ad una distanza non inferiore a due volte il diametro od al doppio della dimensione minima dalla superficie esterna.

Questo varrà per tutti i gradi di finitura ad esclusione di quello di cui al punto 7.1a, dove i tiranti possono essere ritagliati alla superficie esterna del calcestruzzo.

La parte finale dei tiranti deve essere costruita in modo tale che al momento della loro rimozione non si abbia alcun danneggiamento alla superficie a vista del calcestruzzo. Eventuali danneggiamenti dovranno essere immediatamente riparati a cura ed a spese dell'Impresa secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

### **7.4 PULIZIA E LUBRIFICAZIONE**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

#### **7.5 DISARMO**

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **ART. 8 FERRO TONDO D'ARMATURA**

### **8.1 GENERALITÀ**

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dalla Direzione Lavori.

Si prevede di usare barre ad aderenza migliorata Fe B 38k e Fe B 44k conformi alle Norme UNI 6407-69 a seconda di quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche" del Decreto Ministeriale 14.02.1992.

L'Impresa provvederà alla esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

La Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di olii che ne possano pregiudicare la aderenza.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con liquidi, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e la idoneità del ferro secondo Specifiche e Regolamento.

In ogni caso la Direzione Lavori richiederà prove sui ferri secondo il regolamento più sopra citato o prove addizionali nel caso che durante le prime prove le caratteristiche del ferro non fossero conformi, resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

Nel prezzo del ferro per le armature sono compresi, oltre agli oneri di provvista, quelli relativi al taglio, piegatura, sagomatura, saldatura posa in opera, perdite per sfridi, alla fornitura ed impiego del filo di ferro per le legature, alla filettatura dei manicotti e alla realizzazione dei sostegni.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 9 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI**

### **9.1 GENERALITÀ**

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione dovrà essere preceduta, qualora non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, in modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno peraltro essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" di cui al D.M. 12 dicembre 1985 (G.U. n. 61/1986) e la relativa Circolare applicativa 20 marzo 1986, n. 27291.

Prima della posa delle tubazioni, l'Impresa procederà al ricontrollo del tracciamento e dei capisaldi dei condotti secondo i profili altimetrici e planimetrici di progetto, approvati dalla Direzione Lavori e con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione Lavori stessa.

Le condutture dovranno risultare rettilinee ed a pendenza costante fra vertice e vertice.

L'Impresa procederà quindi, con l'ausilio di stadie, canne graduate e livello a cannocchiale, al picchettamento dei vertici e dei tratti rettilinei della tubazione sul fondo degli scavi.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccatato e perfettamente rettificato il fondo dello scavo, predisponendo ove previsto, l'eventuale aggettamento dell'acqua e l'eventuale letto di posa.

Verranno quindi predisposti trasversalmente allo scavo delle dime o delle modine di riferimento su cui verranno tracciati con precisione l'asse dell'allineamento tra vertice e vertice nonché una distanza costante sul piano di posa per il controllo delle livellette delle tubazioni.

I tubi verranno calati nella trincea con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni facendo riferimento ad un filo armonico teso fra modina e modina. Nell'operazione di posa si deve evitare che entrino nell'interno della condotta detriti o corpi estranei di qualunque natura o che venga danneggiata la superficie interna del tubo.

Prima di essere calati nelle trincee tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate: quindi saranno controllati per accertare che non vi siano rotture, crepe, soffiature o camere d'aria. Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e allineato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti di tracciato fissati in modo da corrispondere perfettamente all'andamento planimetrico ed altimetrico del progetto.

In particolare non saranno ammesse deviazioni dall'asse o contropendenze. Nel caso che nonostante tutto questo si verificassero, l'Impresa dovrà rettificare la tubazione, compreso la rimozione del tratto già posato e ricostruirlo nel modo prescritto. Tutti i maggiori oneri derivanti da queste operazioni saranno a totale carico dell'Impresa.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri debbono essere rivolti verso i punti di quota maggiore. I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare sul sottofondo previsto per tutta la loro lunghezza.

Durante la fase di posa in opera delle tubazioni il fondo dello scavo dovrà rimanere all'asciutto e non si procederà ai rinfianchi o al ricoprimento se prima la tubazione non sia stata provata idraulicamente. Durante il compattamento della sabbia o del calcestruzzo di rinfianco si dovrà assolutamente evitare di spostare il tubo dall'asse di progetto. La sabbia per i sottofondi, rinfianchi e coperture, sarà conforme a quanto prescritto dalle presenti specifiche.

Ogni onere connesso alla posa in opera di tubazioni in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

### **9.2 GIUNTI ED ANCORAGGI**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

L'esecuzione delle giunzioni dei tubi siano esse di tipo a bicchiere o a manicotto, quando non specificatamente indicato dal fabbricante dei tubi, avverrà come segue:

- si puliscono accuratamente le superfici sia esterne che interne dei giunti e degli anelli di tenuta in gomma o in materiale polimero; si lubrificano con prodotti adatti le sedi del giunto;
- si traccia sulla parte esterna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere o del manicotto, diminuita di un massimo di 10 mm;
- si esegue il centraggio del tubo da imboccare con il manicotto od il bicchiere, e si introduce a mezzo di leve o di tiranterie la canna nel manicotto o nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano frontale del giunto in oggetto. Questa posizione non dovrà essere oltrepassata.

I giunti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica. Se durante la prova idraulica si verificassero delle perdite, l'Impresa dovrà smontare, riparare e/o a giudizio della Direzione Lavori sostituire gli elementi del giunto.

### **9.3 TUBI, RACCORDI ED APPARECCHI**

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nelle presenti specifiche tecniche o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate nel progetto esecutivo.

La posizione esatta in cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione Lavori; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto. In difetto l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, procedere al corretto rifacimento della tubazione rimanendo peraltro responsabile degli eventuali danni nonché delle maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

### **9.4 TRACCIATI E SCAVI DELLE TRINCEE**

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve: l'andamento serpeggiante, sia nel senso alimetrico che planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione od alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali e che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

#### **9.5 SCARICO DAI MEZZI DI TRASPORTO**

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che ai rivestimenti. L'agganciamento a mezzo grù dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a 45° e tavole sufficientemente rigide e rivestite.

#### **9.6 PULIZIA DEI TUBI ED ACCESSORI**

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo od apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno.

#### **9.7 POSA IN OPERA DEI TUBI**

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti, e ciò sia nei punti di fondo della trincea corrispondenti alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della tubazione, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra i picchetti non superi i 15 metri. Successivamente verrà ritoccatato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo il letto di posa.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Quando i tubi non fossero eccessivamente pesanti, il calo nei cavi potrà essere eseguito a mano (per profondità comunque fino a 1,50 m e bordi di scavo sufficientemente stabili). I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove ciò si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 10° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

#### **9.8 POSA IN OPERA DEI RACCORDI, APPARECCHI ED ACCESSORI**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto ed a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate. In particolare dovranno poi osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a "TI" ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della tubazione, con la diramazione orizzontale o verticale secondo prescrizione;
- le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti previsti in progetto o comunque indicati dalla Direzione Lavori; di norma avranno lo stesso diametro della tubazione;
- le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta, tra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno generalmente posate verticalmente, entro pozzetti o camere in muratura;
- gli sfiati automatici, da collocarsi o nei punti culminanti della condotta, ed al termine di tronchi in ascesa, ovvero alla sommità dei sifoni, saranno posti in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Gli sfiati saranno sempre preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo;
- le scatole di prova, da inserirsi nelle tubazioni nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che saranno date dalla stessa.

## **9.9 GIUNZIONI IN GENERE**

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

## **9.10 PROVA DELLE TUBAZIONI**

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m restando però in facoltà della Direzione Lavori aumentare o diminuire tali lunghezze. Ciascun tratto da provare sarà collegato con il precedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

Le modalità di prova (pressione da raggiungere, tempo in cui detta pressione dovrà essere mantenuta, tipo di strumenti per la verifica, ecc.) saranno fornite dalla Direzione Lavori,

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete od a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere. I manometri dovranno essere muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

**Rinterri**

Per il rinterro dei cavi per la posa delle tubazioni si utilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali di risulta dello scavo, adeguatamente vagliati per eliminare le frazioni grossolane, nonché materiali provenienti da cave di prestito regolarmente autorizzate, procurate a cura e spese dell'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori previa l'esecuzione delle relative prove presso laboratori ufficiali onde accertare la rispondenza alle caratteristiche descritte nei relativi prezzi di elenco e nelle norme del presente Capitolato.

In conformità ai disegni di progetto, ad una distanza di cm 20 sulla generatrice superiore della tubazione, dovrà essere posto in opera un nastro rivelatore in polipropilene di colore blu e larghezza non inferiore a cm 40 realizzato a maglia rettangolare a fili piatti con incorporata una bandina metallica anticorrosiva onde facilitare il rilevamento della esatta posizione delle condotte interrate mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche.

Tale nastro rivelatore dovrà avere resistenza alla massima trazione non inferiore a 400 kg/m ed allungamento unitario a rottura superiore allo 8%.

Il rinterro sarà effettuato rincalzando i tubi lateralmente con materiale arido a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 20 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente costipato fino a raggiungere un peso secco dell'unità di volume  $d > 1,85 \text{ t/m}^3$  e questo fino al piano strada.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà l'unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

**9.11 TUBAZIONI DI ACCIAIO**

I tubi di acciaio dovranno rispondere, per i rispettivi tipi, alle norme di accettazione di cui al presente Capitolato.

I tubi protetti con rivestimenti bituminosi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia od a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sopra o sottostanti; tra i vari strati si dovranno quindi interporre dei listoni di legno di protezione o meglio dei materassini di paglia. Si dovrà anche limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento dei rivestimenti tenendo presenti le condizioni ambientali di temperatura.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

Potranno essere del tipo con "giunto a sovrapposizione" e con "giunto di testa". Le giunzioni con saldatura a sovrapposizione saranno di norma adottate nelle tubazioni per condotte d'acqua. Appartengono a questo tipo i giunti a bicchiere cilindrico (costruito, di norma per tubi fino a DN 350), a bicchiere sferico (DN 150 ÷ 900) ed a bicchiere sferico con camera d'aria (realizzato per consentire la giunzione con saldatura anche per i tubi dotati di rivestimento interno).

In tutti i casi i tubi dovranno essere accoppiati in asse, in modo che la saldatura si verifichi in posizione corretta.

Per la migliore riuscita delle giunzioni saldate, di norma all'arco elettrico, l'Appaltatore dovrà studiare, in accordo con la Direzione Lavori, quale sia il numero più conveniente degli strati di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

saldatura (passate) per ogni cordone, il calibro più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature. In ogni caso le saldature dovranno essere eseguite da personale di provata capacità.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 10 COPERTURE, IMPERMEABILIZZAZIONI ESTERNE E COIBENTAZIONE TERMICA COPERTURE**

### **10.1 IMPERMEABILIZZAZIONI**

#### **10.1.1 Generalità**

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino. Particolare cura deve essere posta prima della applicazione di impermeabilizzazioni, soprattutto per quelli a base epossidica o poliuretanica, nella pulizia della superficie cementizia di supporto, che deve essere preventivamente sgrassata, rattivata se occorre anche mediante sabbiatura e quindi livellata e stuccata.

Le impermeabilizzazioni a contatto con l'acqua potabile debbono essere conformi alla circolare 102 del Min. San. e al D.M. 21.3.1973.

#### **10.1.2 Materiali**

I bitumi da impiegare per la impermeabilizzazione dovranno corrispondere alle caratteristiche prescritte dalle norme di unificazione UNI 4157.

Il feltro in fibra di vetro dovrà avere le seguenti essenziali caratteristiche:

- la fibra di vetro costituente il supporto dovrà essere sottile, di diametro non superiore ad 11 micron ed uniforme per resistenza qualità e spessore;
- il feltro di vetro dovrà essere uniforme e con costanza di peso e di spessore (tolleranza +/- 5%);
- il feltro di vetro dovrà essere prebitumato a macchina continua;
- il bitume impiegato dovrà corrispondere al tipo 15 UNI 4157;
- la resistenza longitudinale del feltro di vetro non dovrà essere inferiore a 16 kg e quella trasversale non inferiore a 11 kg;
- le guaine prefabbricate per impermeabilizzazioni potranno essere formate da fogli di polietilene ad alta densità elasticizzato, di gomma butilica, di PVC multistrato armato ed accoppiato per polimerizzazione a geotessile in poliestere tessuto - non tessuto e di Hypalon;
- saranno ammesse anche membrane preconfezionate ed approvate dalla Direzione Lavori;
- i collanti dovranno essere conformi a quanto specificato dai produttori delle membrane ed approvati dalla Direzione Lavori, per una corretta posa in opera della membrana;
- le verniciature protettive saranno del tipo riflettente all'alluminio e resistente ai raggi U.V; potranno essere con base acrilica, poliestere siliconico, o in alternativa film plastici autoadesivi approvati dalla D.L.

La Direzione Lavori potrà a suo giudizio effettuare prove a spese dell'Impresa sui suddetti materiali per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate. I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanati dal cantiere.

#### **10.1.3 Impermeabilizzazioni di coperture piane**

L'impermeabilizzazione sarà costituita da un manto impermeabile formato da:

- a) spalmatura di una soluzione bituminosa in ragione di 0,5 kg/mq. Il piano su cui dovrà essere eseguita la applicazione dovrà essere perfettamente asciutto;

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- b) applicazione a caldo, dopo almeno 24 ore dal precedente spandimento, di bitume da spalmatura di qualità 15 UNI 4157, in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq;
- c) stesura immediata sul bitume a caldo di uno strato di feltro di vetro del tipo descritto al punto 10.1.2 del presente Capitolato, del peso di 1,5 kg/mq;
- d) spalmatura a caldo di bitume come al punto b) in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq;
- e) ulteriore stesa di uno strato di feltro di vetro bituminoso come al punto c);
- f) spalmatura a caldo di bitume come al punto b), in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq;
- g) stesa di uno strato di feltro di vetro bituminoso come al punto c);
- h) spalmatura a caldo di bitume come al punto b) in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq.

La sovrapposizione dei fogli di feltro di vetro bituminoso non dovrà essere inferiore a 20 cm. L'impresa potrà utilizzare altri tipi di impermeabilizzazioni formate da elementi prefabbricati o da sistemi brevettati o da membrane e fogli in materiali polimeri previa prove positive di efficienza ad approvazione della Direzione Lavori.

#### **10.1.4 Impermeabilizzazioni per strutture in elevazione e fondo strutture**

L'impermeabilizzazione per strutture in elevazione fra le fondazioni ed i muri di mattoni sovrastanti verrà realizzata con un manto impermeabile formato da:

- a) spalmatura di soluzione bituminosa in ragione di circa 0,500 kg/mq;
- b) applicazione a caldo in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq di bitume da spalmatura di qualità 15 UNI 4157;
- c) strato di cartonfeltro d'amianto bitumato (tipo perforato) del peso di 1,2 kg/mq;
- d) applicazione a caldo in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq di bitume come al punto b);
- e) strato di alluminio prebitumato, spessore 1/10 mm;
- f) applicazione a caldo in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq di bitume come al punto b);
- g) strato di cartonfeltro di amianto bituminoso come al punto c);
- h) applicazione a caldo in ragione di 1,2 - 1,5 kg/mq di bitume come al punto b);

I fogli di cartonfeltro di amianto e di alluminio bitumati saranno sempre rivoltati e sovrapposti per una lunghezza adeguata

Potrà essere permesso e/o richiesto l'impiego di guaine o prodotti specifici preconfezionati previa approvazione della Direzione Lavori.

Le impermeabilizzazioni di superfici del sottofondo di fondazioni orizzontali e di solette verrà realizzata con una membrana impermeabile adesiva posta in opera prima del getto tipo PREPRUFE o similari. La membrana deve avere spessore 1.4 mm minimo, di tipo multistrato, composta da un robusto film di polietilene ad alta densità (HDPE) saldato ad un elemento laminare con fortissima capacità di adesione quando sollecitata dalla pressione del peso del calcestruzzo, a sua volta protetto da una pasta di colore bianco che consente la trafficabilità in cantiere. Lo strato protettivo di plastica siliconica deve essere tolto dopo la messa in opera e appena prima del getto del calcestruzzo. La membrana autoadesiva pre-getto, deve essere stesa sul substrato (suolo compattato o magrone) in singolo strato con il lato bianco di adesione rivolto verso la struttura da impermeabilizzare e pronto a ricevere il calcestruzzo fresco al quale aderirà in maniera continua e definitiva. Il getto dovrà essere eseguito entro 20 giorni dalla stesura della membrana. I ferri d'armatura dovranno essere sovrapposti alla membrana previo utilizzo degli appositi distanziatori.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 11 OPERE DI CARPENTERIA METALLICA**

### **11.1 GENERALITÀ**

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature.

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate ecc.

La seconda categoria comprende le opere di minore mole e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti (Legge 5 novembre 1971 n° 1086 D.M. 30.5.74) ed in particolare secondo le "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione delle costruzioni in acciaio" contenute nelle norme CNR - UNI n° 10011 - 10016 ultima edizione.

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita già dipinta con una mano di vernice antiruggine allo zinco da catalizzare data in officina.

### **11.2 MATERIALI**

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionali dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del prospetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

L'acciaio inossidabile sarà del tipo AISI 304.

### **11.3 PARAPETTI METALLICI**

I parapetti metallici potranno essere :

- a) del tipo fisso con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato alle caratteristiche della posizione o funzione del parapetto con corrimano che potrà essere tubolare o di altra sezione e parapiede sagomato e rinforzato;
- b) del tipo smontabile con montanti tubolari con possibilità di sfilaggio, alloggiamento nelle strutture murarie o metalliche, spinotti per fissaggio e catenelle di protezione;
- c) del tipo tubolare per scale con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato, con corrimano tubolare.

Ogni tipo di parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche, in modo che non abbiano a verificarsi vibrazioni di sorta e saranno conformi alla norme I.S.P.E.L.; il campione dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **11.4 GRIGLIATI ZINCATI**

I grigliati zincati, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere previsto per sovraccarico di 500 kg/mq.

Sarà cura della Direzione Lavori, in base ai disegni costruttivi forniti dall'Impresa, stabilire la divisione e le misure dei pannelli, ma l'Impresa sarà pienamente responsabile della stabilità e resistenza sia della struttura portante che dei grigliati con particolare riferimento agli spessori ed alle maglie degli stessi nonché alla resistenza alle vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi dei grigliati saranno realizzati con telai in profilati zincati opportunamente zincati e messi in opera ai bordi nelle strutture murarie.

#### **11.5 COPERTURE DI BOTOLE, POZZETTI ECC..**

Le lamiera striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc.. avranno spessore 5 mm e 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiera saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zincati ai bordi delle aperture.

#### **11.6 SCALE ALLA MARINARA**

Le scalette alla marinara saranno realizzate con tubi di diametro adeguato all'altezza della scala stessa e saranno complete di attacchi alle strutture murarie o metalliche.

#### **11.7 LAMIERE ZINCATE, DI RAME ED INOX**

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali canali di gronda, scossaline, converse ecc. dovranno essere impiegate lamiera zincate con rivestimento delle lamiera del tipo 381 g/mq, inteso come consumo di zinco per unità di superficie, il valore suddetto è comprensivo delle due facce.

Per lamiera dello spessore fino a 0,6 mm l'acciaio dovrà essere del tipo Aq. 34; per spessore di 0,8 o superiore l'acciaio dovrà essere del tipo Aq. 42.

La finitura delle lamiera sarà normale stellare e la protezione superficiale sarà eseguita con acido cromico.

Le lamiera di rame semicrudo avranno spessore 0,8 mm.

L'acciaio per le lamiera INOX sarà del tipo AISI 304.

#### **11.8 PIOMBO**

Le lastre di piombo dovranno corrispondere per qualità e caratteristiche alla norma UNI 3165.

#### **11.9 CANALI DI GRONDA**

I canali di gronda dovranno essere in lamiera di acciaio zincata o in lamiera di rame con le caratteristiche di cui al punto 30.7; lo spessore della lamiera non dovrà essere inferiore a 0,8 mm per il rame e per i canali in acciaio zincato 0,8 mm al netto della verniciatura.

I canali di gronda dovranno essere collocati in opera con le pendenze necessarie al perfetto scolo delle acque, dovranno essere forniti in opera con le correnti unioni e risvolti per seguire le linee di gronda, dovranno inoltre essere completi dei pezzi speciali da imboccatura, sbocco riparo, cicogne, tiranti, occhiali, chiodi, ecc. in acciaio zincato o rispettivamente in rame.

Tutta la sagoma del canale, nel caso di gronde incassate nella muratura, dovrà essere idoneamente preparata e quindi impermeabilizzata con le modalità di impermeabilizzazione adottate per la copertura.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **11.10 BOCCHETTONI**

Nei punti di scarico del canale, entro i pluviali dovranno essere applicati bocchettoni in lastra di piombo di spessore non inferiore a 2 mm; i bocchettoni dovranno essere muniti di tubo d'invito, formato dalla stessa lastra di piombo che si immetta per non meno di 15 cm nel corrispondente pluviale, nonché forniti di copri-bocchettone a ragno in fili di ferro zincati e saldati elettricamente.

I bocchettoni dovranno essere collocati in opera sotto l'impermeabilizzazione previa protezione con un manto di bitume.

#### **11.11 PLUVIALI**

Le tubazioni di scarico dell'acqua meteorica dovranno, se collocate all'esterno degli edifici, essere in lamiera zincata oppure di rame con le caratteristiche di cui al punto 28.2.1 e di spessore mai inferiore a 0,8 mm (al netto della verniciatura per l'acciaio zincato). I pluviali interni potranno essere in PVC.

Le tubazioni dovranno essere collegate alle pareti mediante apposite fascette di rame e/o ferro zincato, rivestite all'interno con guarnizioni di polietilene di adeguato spessore e provvisti di bulloncini per serraggio.

I giunti fra i vari tratti dei pluviali verranno eseguiti con apposito incastro, tale da non ridurre la dimensione esterna dei pluviali e non impedire nello stesso tempo lo scorrimento del flusso meteorico e con ribordatura per appoggio sulla fascetta atta ad impedire lo scorrimento del pluviale. I giunti dovranno essere eseguiti in corrispondenza della posizione delle fascette.

Nel caso che i pluviali siano internati nelle murature, essi dovranno essere di ghisa con le caratteristiche di cui al punto 28.2.3. Le gole ricavate nelle murature per permettere il passaggio ai pluviali dovranno essere di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni e per fissare le tubazioni con adatti sostegni; si prescrive inoltre che le tubazioni dovranno correre ad almeno 3 cm dalle pareti delle gole stesse.

#### **11.12 SCOSSALINE**

Sui frontali delle strutture di copertura, sui raccordi tra le falde, per eventuali raccordi fra strutture varie e dove indicato dai disegni costruttivi, saranno applicate copertine, scossaline in lamiera zincata o di rame, fissate alle strutture mediante piatti in acciaio zincato (calastrelli) o di rame. Questi ultimi se fissati alle strutture in cemento armato o muratura saranno ancorati su tassellatura già predisposta.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 12 SERRAMENTI**

### **12.1 GENERALITÀ**

Tutti i serramenti impiegati nel fabbricato centrale dovranno corrispondere perfettamente alle condizioni sotto indicate e, anche quando non specificato, dovranno possedere tutti i requisiti caratteristici della migliore produzione del genere. I materiali indicati per la loro costruzione si intendono della migliore qualità.

Le sezioni delle strutture portanti non dovranno mai essere inferiori ai limiti indicati nelle specifiche.

I disegni costruttivi di tutti gli infissi saranno soggetti all'approvazione della Direzione Lavori, alla quale dovranno essere presentati in tempo utile. Non sarà ammessa come giustificazione di ritardi nei lavori la mancata approvazione da parte della Direzione Lavori per difetto di progettazione.

Per ogni tipo di infisso (in profilati di ferro normali o ferro-finestra) dovrà essere presentato un campione che permetta di controllare le caratteristiche e particolarità costruttive.

Si precisa che i serramenti esterni dovranno essere calcolati per una spinta del vento pari a 70 kg/m<sup>2</sup>.

### **12.2 MATERIALI**

#### **12.2.1 Profilati in acciaio per serramenti**

I profilati in acciaio per serramenti dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37.A previsto dalla norma UNI 5334-64, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nella norma UNI 3897. I profilati potranno essere di tipo, normale o di tipo a sagomatura speciale ferro-finestra.

Le lamiere saranno di tipo F 37 C e F 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 29 mm.

#### **12.2.2 Vetri**

Per i serramenti oggetto delle presenti specifiche, sarà richiesto l'impiego di vetro retinato a maglia quadra (spessore 5-7 mm).

#### **12.2.3 Prove**

La Direzione Lavori potrà a suo giudizio effettuare prove a spese dell'Impresa sui suddetti materiali per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate. I materiali che risultassero non rispondenti alle suddette caratteristiche dovranno essere sostituiti con altri idonei ed allontanati dal cantiere.

### **12.3 SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI NORMALI PER FINESTRE**

I serramenti per finestre di ferro saranno realizzati con profilati semplici ed accoppiati, di sezione adeguata alle dimensioni e natura dell'infisso.

Il fissaggio dei vetri avverrà a mezzo di righette di lamiera di ferro piegata. Le saldature e le giunzioni dovranno essere accuratamente limate e profilate.

L'allontanamento delle acque piovane avverrà a mezzo di gocciolatoio di lamiera zincata dello spessore minimo di 12/10 mm applicato in sottoposizione con opportuni calastrelli zincati.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

I serramenti saranno completi di cerniere e maniglie di ottone aventi carattere di particolare robustezza in relazione anche alle dimensioni dei serramenti stessi.

L'allontanamento delle condense esterne verrà realizzato con opportune forature ricavate nei telai fissi e mobili.

La tenuta d'aria per i serramenti esterni, in corrispondenza del contatto fra telai fissi e murature verrà garantita con sigillature di mastici adesivi inalterabili.

#### **12.4 SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI FERRO-FINESTRA**

I serramenti per finestre di ferro da realizzare con profilati di ferro-finestra saranno eseguiti con profilati di sezioni adeguate alle dimensioni e natura dell'infisso e comunque non inferiore a 40 mm, montati, a richiesta della Direzione Lavori, su contro telaio di lamiera zincata.

Il fissaggio dei vetri, le saldature e giunzioni; l'allontanamento delle acque piovane e delle condense ed ogni accessorio sarà corrispondente a quanto descritto al punto precedente.

#### **12.5 SERRAMENTI PER PORTE IN FERRO**

I serramenti per porte esterne ed interne di ferro dovranno essere tamburati dalla parte esterna con una lamiera di ferro dello spessore minimo di 15/10, ribordata sul telaio mobile e fissata a mezzo di saldatura.

Il telaio mobile, costituito da profilati normali o da profilati tubolari di lamiera, sarà rinforzato al piede da un corrente formante zoccolo e da controventature in profilato o in tubolare di lamiera piegata.

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio della lamiera al telaio mobile ad evitare ondulazioni e movimenti della stessa nonché fenomeni di rumorosità.

Gli stipiti saranno di lamiera di ferro, zincata per quelli esterni, e saranno rinforzati, qualora necessario, da profilati interni.

In corrispondenza delle battute fra telai mobili e telai fissi dovranno essere previste particolari guarnizioni in gomma, atte ad eliminare rumorosità all'atto della chiusura delle porte.

Le porte a libro saranno complete di monorotaia a forma prismatica, di carrelli doppi a 4 ruote montanti su cuscinetti a sfera e ghiera reggispira, di olivette con placca su ghiera in ottone; di guida inferiore a omega di spessore e misura adeguata; corredata di zanche a murare.

Le zincature saranno eseguite in bagno di zinco fuso (rivestimento di 0,07 mm corrispondenti a circa 500 gr/m<sup>2</sup>); saranno invece elettrolitiche per ogni sorta di elementi minuti, quali viteria e bulloneria (al di sotto dei 7 - 8 mm di diametro), piastrine e simili, il tutto per uno spessore di 5/6 micron.

I serramenti saranno completi di cerniere in acciaio, di maniglie di ottone, di serrature tipo "paten" con molla o mandata, corredate di n°3 chiavi, soglia di battuta per quelle esterne formate da opportuno piatto metallico da incorporare e fissare nel pavimento.

#### **12.6 SERRAMENTI IN ALLUMINIO ANODIZZATO**

I serramenti in alluminio anodizzato presentano le medesime caratteristiche dei serramenti in ferro descritti al precedente punto. I serramenti dovranno essere completi di cerniere, maniglie, serrature (corredate di n°3 chiavi), soglia di battuta e dovranno garantire la perfetta tenuta idraulica.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 13 RECINZIONI**

### **13.1 GENERALITÀ**

Queste prescrizioni riguardano la fornitura e posa in opera delle opere di recinzione da eseguire lungo il perimetro esterno dell'area occupata dall'impianto oggetto del contratto.

Dette recinzioni dovranno essere ancorate perfettamente a muretti di fondazione di calcestruzzo di classe B posti alla profondità prescritta dalla Direzione Lavori.

### **13.2 MATERIALI**

Per quanto concerne i materiali da usare nelle opere di recinzione valgono le prescrizioni di cui al articolo 11.2 - *Opere di carpenteria metallica – Materiali*.

### **13.3 RECINZIONI IN RETE METALLICA PLASTIFICATA**

Detta recinzione sarà costituita da rete metallica plastificata con maglie romboidali da mm 50 x 100; filo n°14, tesa su 3 fili metallici tenditori e sostenuta da paletti in ferro profilato a T, a loro volta ancorati su fondazioni di calcestruzzo. L'altezza della rete non dovrà essere inferiore a 2,00 m e per almeno 50 cm sopra la rete dovranno essere stesi tre fili di ferro spinato zincato. I paletti in ferro profilato a T saranno appuntiti sull'estremità superiore e l'ultimo tratto di 30÷50 cm piegati verso l'esterno.

### **13.4 CANCELLI CARRAI**

I cancelli carrai saranno a due ante costruite in profilati normali. Le ante avranno una parte inferiore in lamiera tamburata ed una parte superiore in pannellatura grigliata del tipo delle recinzioni in pannelli e grigliato; saranno collegate ai montanti a mezzo di robuste cerniere ed appoggeranno in basso mediante perni. Il cancello sarà provvisto di catenacci vincolati nello spessore dell'anta, di fermo a terra, di serratura tipo Yale con tre chiavi e di maniglia fissa.

### **13.5 CANCELLI PEDONALI**

I cancelli pedonali saranno ad una anta costruita in profilati normali. L'anta avrà una parte inferiore in lamiera tamburata ed una parte superiore in pannellatura grigliata dello stesso tipo delle recinzioni in pannelli di grigliato, sarà collegata ai montanti a mezzo di robuste cerniere. Il cancello sarà provvisto di maniglia fissa e serratura tipo Yale con tre chiavi e con apertura a comando elettrico.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 14 SISTEMAZIONI DI VERSANTE E OPERE IN VERDE**

### **14.1 GENERALITÀ**

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

### **14.2 PREPARAZIONE DEL TERRENO**

- **Caratteristiche dei materiali**

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

- **Modalità esecutive**

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza del suolo potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee o delle piantine, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0.8 N/m<sup>2</sup> (8 ql per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0.4 N/m<sup>2</sup> (4 ql per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0.3 N/m<sup>2</sup> (3 ql per ettaro).

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui si è detto poco sopra.

Quando la Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciami, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito e, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

#### **14.3 MESSA A DIMORA DI TALEE E PIANTINE**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- **Caratteristiche dei materiali**

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, purché l'Impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla D.L., previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e le talee dovranno essere immuni da qualsiasi malattia parassitaria. Le talee dovranno risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di 3 cm. Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15 C°) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8÷10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile, andrà escluso il taglio con l'accetta.

- **Modalità esecutive**

Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'Impresa eseguirà i lavori nel periodo di riposo vegetativo, che va, indicativamente, dal tardo autunno all'inizio della primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali. Resta comunque a carico dell'Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Le specie di piante saranno le seguenti:

- a) piante a portamento erbaceo o strisciante: *Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lonicera sempervires*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*);
- b) piante a comportamento arbustivo: *Alnus viridis*, *Cornus mas*, *Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucalyptus sp. pl.*, *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Salix cinerea*, *Salix nigricans*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Spartium junceum*, *Viburnum opulus*.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

Quando venga ordinata dalla Direzione Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle fissate in progetto, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.

In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 80 cm, in modo che lo sviluppo completo delle piantine a portamento strisciante, con la deflessione dei rami in basso, possa ricoprire la superficie sottostante delle scarpate ove il terreno risulta sterile.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica dell'"imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svasso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.

In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dalla piantumazione.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

- Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine, delle talee, o delle coltri erbose. Qualora ciò non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere a tutte le operazioni necessarie perché avvenga l'attecchimento.

#### **14.4 SEMINE**

- Caratteristiche dei materiali

Per il seme l'Appaltatore è libero di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello richiesto dal progetto, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

La D.L., a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello richiesto dal progetto e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

- Modalità esecutive

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella di seguito riportata.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- miscuglio n.1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- miscuglio n.2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- miscuglio n.3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.
- miscuglio n.4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.
- miscuglio n.5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Specie N/m <sup>2</sup>	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
Lolium italicum					
o Lolium perenne	-	0.023	0.014	0.030	-
Arrhenatherum elatius	0.030	-	-	-	0.020
Dactylis glomerata	0.003	0.025	0.014	0.012	-
Trisetum flavescens	0.007	0.005	0.003	-	-
Festuca pratensis	-	-	0.028	0.020	-
Festuca rubra	0.010	0.007	0.009	0.006	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	0.006
Festuca heterophilla	-	-	-	-	0.009
Phleum pratense	-	0.007	0.007	0.012	-
Alopecurus pratensis	-	0.012	0.011	0.016	-
Cynosurus cristanus	-	-	-	-	0.003
Poa pratensis	0.003	0.023	0.018	0.004	0.002
Agrostis alba	-	0.006	0.004	0.004	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1
Bromus erectus	-	-	-	-	0.015
Bromus inermis 0.040	-	-	-	0.012	-
Trifolium pratense	0.008	0.005	0.006	0.004	-
Trifolium repens	-	0.007	0.004	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	0.006	-
Medicago lupulina	0.003	-	-	-	0.006
Onobrychis sativa	-	-	-	-	0.010
Anthyllis vulneraria	0.010	-	-	-	0.003
Lotus corniculatus	0.006	-	0.002	0.006	0.003
Sommano N	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto alla Direzione dei Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di 35 cm.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

è compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

Le operazioni di rimboscamento verranno eseguite con le modalità di cui al seguito. Per poter garantire che il rimboscamento sia riuscito e si avvii a diventare un soprasuolo forestale occorre che siano trascorsi alcuni anni dalla fine dell'impianto, durante i quali le piantine dovranno essere assistite con una serie di cure colturali: risarcimento, sarchiature, concimazioni. Nei mesi che seguono la piantagione alcune piante messe a dimora possono disseccarsi; fallanze normali sono dell'ordine del 2-3%. Le piante venute meno nei due anni successivi al rimboscamento devono essere sostituite, a spese dell'Impresa, con altre piante vive. Le piante da utilizzarsi sono le conifere in genere ed in particolare: Abies Alta (Abete bianco), Picea abies (Abete rosso), Larix decidua (Larice), Pinus mugo Pino silvestre, Pino Cembro. La quantità minima di concime organico per una piantina deve essere pari a 40 g. La sarchiatura deve raggiungere una profondità minima di 5 cm.

- Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere a tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

#### **14.5 BIORETI**

La superficie del terreno da proteggere deve essere liberata da grosse pietre, rami ed altri elementi mobili di grosse dimensioni. Prima di iniziare la posa in opera della rete si dovrà scavare un solco profondo 0,3 m e largo 0,2 m al fondo, lungo tutto il lato superiore della superficie da proteggere. Ciascun rotolo verrà quindi ancorato prima di procedere alla stesura.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La testa del rotolo, ancorata, al fondo del solco, dovrà essere interrata, curando che l'estremità sia ripiegata su se stessa all'interno del fossetto per un'altezza di almeno 0,2 m.

Durante le operazioni di posa si dovrà evitare di tendere la rete. Le strisce contigue dovranno essere sovrapposte per un minimo di 10 cm. Per il fissaggio si useranno ferri piegati ad U delle dimensioni di 15-20 cm, curando che le due gambe non penetrino parallele nel terreno.

**- Biotessile in juta (geojuta)**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1x1 cm, peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup> e fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o in legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

**- Biostuoia in paglia**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia in paglia di grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>, montato su supporto in rete fotossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm o su carta cucita con filo sintetico biodegradabile o in fibra vegetale, eventualmente preseminata con minimo 40 g/m<sup>2</sup> di miscela di sementi, e fissaggio dello stesso mediante interro in testa ed al piede e picchettatura con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui agli articoli precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

**- Biostuoia in cocco**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia biodegradabile in fibra di cocco, di grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>, montata su un supporto in rete sintetica fotossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm o su carta cucita con filo sintetico biodegradabile o in fibra vegetale, eventualmente preseminato con minimo 40 g/m<sup>2</sup> di miscela di sementi, e fissaggio dello stesso mediante interro in testa ed al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui agli articoli precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**- Biostuoia in cocco e paglia**

Rivestimento di scarpate mediante la stesura di una biostuoia biodegradabile in fibre miste di paglia e cocco, in percentuali variabili a seconda del prodotto con quantitativo in paglia non inferiore al 40 % e di grammatura complessiva non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>, eventualmente preseminata con minimo 40 g/m<sup>2</sup> di miscela di sementi e/o preconciata con ammendanti migliorativi delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche; fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

**- Biostuoia in trucioli di legno**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia in trucioli di legno, di grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>, legati assieme e trattenuti mediante una reticella sintetica foto-ossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza del biofeltro sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

**- Biofeltro in fibre miste**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biofeltro biodegradabile in fibre miste di paglia, cocco e juta, sisal, cotone, ecc., in percentuali variabili a seconda del prodotto e di grammatura minima di 300 g/m<sup>2</sup>, eventualmente preseminate con minimo 40 g/m<sup>2</sup> di miscela di sementi e/o preconciato con ammendanti migliorativi delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza del biofeltro sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Nel caso di biofeltro preseminato dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**- Biotessile in cocco (sin. stuoia di cocco)**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di stuoia biodegradabile in fibra di cocco o sisal di grammatura minima 250 g/m<sup>2</sup> e maglia minima 1x1 cm; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

**- Biorete di cocco**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biorete in fibra di cocco di grammatura minima 200 g/m<sup>2</sup> e maglia minima 5x5 cm; fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in metallo o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

**- Biostuoia tridimensionale in cocco**

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia a struttura tridimensionale di cocco di grammatura minima 800g/m<sup>2</sup>; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti vanno preferibilmente abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

**14.6 PASSONATE, GRATICCIATE**

La fornitura e posa in opera di graticciata è costituita da paletti di castagno o larice, posti alla distanza di 80÷20 cm D = 7÷10 cm, infissi per 50 cm nel terreno e collegati mediante intreccio di verghe di specie radicanti. La disposizione delle graticciate sul pendio avviene per righe orizzontali o a forma di rombo. Le graticciate devono essere eseguite durante il riposo vegetativo.

La costruzione di palizzata viva da realizzarsi con pali infissi nel terreno legati con il filo di ferro zincato ai pali orizzontali messi in opera sovrapposti in modo da formare una parte compatta a contenimento del terreno; a monte e nelle fessurazioni che si verranno a creare tra i pali orizzontali verranno poste in opera talee di salici o di specie con elevata capacità

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

vegetativa. Nel prezzo sono compresi: la fornitura di tutti i materiali, l'infissione dei pali, i rinfianchi con terra reperita in loco, la posa di 2 file di talee e quant'altro necessario per realizzare l'opera a perfetta regola d'arte.

#### **14.7 FASCINATE E CORDONATE**

La realizzazione di fascinate vive su pendio è eseguita su fossi orizzontali delle profondità di cm 30÷50 ed altrettanto larghi, con posa in opera di fascine composte ognuna di 5 verghe di elevata capacità vegetativa, fissate poi al terreno con picchetti di legno lunghi circa 100 cm, posti ad una distanza media di 80 cm una dall'altra, il tutto ricoperto con il materiale di risulta della fascina superiore.

La realizzazione di cordonata è eseguita su sentiero orizzontale della larghezza minima di cm 50 con posa in opera di stanghe con corteccia per sostegno del diametro da 6 a 12 cm e la posa in opera di talee radicate di salice della lunghezza di 60 cm, alla distanza di 5 cm e 10 cm dal ciglio a monte, il tutto ricoperto con il materiale di scavo della cordonata superiore.

I gradoni orizzontali devono essere distanti tra loro circa 2 m.

Sul gradone, aperto e pulito, vanno collocati, in senso normale all'andamento del gradone stesso, i tronchetti e rami puliti in modo che sporgano leggermente del gradone. Su di essi vengono collocate orizzontalmente le talee. Le specie da usare sono: Salix iucana, Salix grandifolia, Salix migricans e Salix Purpurea.

Le talee dovranno essere preparate d'autunno, messe in tagliola ed impiegate in primavera, dopo averle tenute 24 ore almeno in acqua. Il collocamento non può protrarsi oltre il mese di maggio.

#### **14.8 PALIFICATE DI SOSTEGNO IN LEGNAME**

- Generalità

La palificata in legname viene utilizzata, da sola od in combinazione con altre tecnologie, come opera di sostegno drenante per pendii franosi.

La palificata è costituita da una struttura a gabbia formata da correnti e traversi di legno idoneo e durabile di latifoglie o conifere, fissati tra loro per mezzo di chiodi, staffe e caviglie; l'interno della gabbia è riempito con materiale ghiaioso-terroso e, in corrispondenza dei piani definiti dai correnti, sono posizionati astoni o piantine vive di specie ad alta capacità vegetativa.

A seconda dei dettagli costruttivi specificati in progetto, potranno variare le modalità di fissaggio alla fondazione; la palificata potrà essere fissata direttamente al terreno, oppure resa solidale con una apposita struttura di irrigidimento formata da una "slitta" in c.a. avente una sezione ad L rovesciata e dotata di pilastri alti quanto l'intera palificata e disposti a pettine con interassi stabiliti in fase di progetto.

Negli interstizi tra un corrente e l'altro dovranno essere inserite talee, astoni o piante radicate delle essenze prescritte.

L'altezza e le dimensioni longitudinali e trasversali dell'opera saranno quelle indicate negli elaborati di progetto.

- Caratteristiche dei materiali

Sia per i correnti che per i traversi verranno utilizzati pali scortecciati di latifolia o di conifera (di categoria I o II) del diametro pari a 20 cm.

La lunghezza minima dei correnti sarà non inferiore alla distanza tra due montanti della struttura di irrigidimento più 60 cm; i traversi avranno le dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. I tondi della palificata dovranno essere soggetti ad idoneo trattamento di conservazione.

Per quanto riguarda il materiale vegetale, gli astoni dovranno avere lunghezza superiore ai 2,50 m e diametro non inferiore a 3 cm; dovranno essere di fresco taglio ed avere buona capacità vegetativa (presenza di gemme).

Saranno utilizzate specie arbustive od arboree autoctone o prelevate da vivaio secondo quanto prescritto negli elaborati progettuali; la Direzione Lavori potrà disporre l'utilizzo alternativo di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

altre specie vegetali comprese nell'elenco riportato nel capitolo relativo alle opere in verde, purché rinvenibili localmente (cioè in un raggio di 15 km).

Il taglio degli astoni dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Gli astoni preparati nel periodo autunnale potranno essere conservati fino alla fine dell'inverno purché immagazzinati in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, gli astoni dovranno essere conservati in locali frigoriferi od immersi in acqua fredda (<15 C°) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8-10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

Il materiale di riempimento sarà di tipo ghiaio-terroso proveniente dagli scavi od eventualmente riportato ed adeguatamente miscelato.

- Modalità esecutive

La costruzione della palificata dovrà essere iniziata soltanto al termine della realizzazione della struttura di fondazione e di irrigidimento.

I tondi della fila appoggiata direttamente sulla struttura di fondazione dovranno essere fissati ad essa tramite appositi tasselli; i correnti longitudinali si sovrapporranno tra loro per una lunghezza minima di 60 cm in corrispondenza dei soprastanti montanti in c.a..

La costruzione della struttura procederà per piani, avendo cura di riempire progressivamente la gabbia con il materiale ghiaioso-terroso ed inserendo, in corrispondenza di ogni livello, il materiale vegetale previsto negli elaborati progettuali; gli astoni e/o le piantine dovranno essere posizionati secondo un piano inclinato del 10% verso monte in ragione di 60 astoni o 6 piantine per metro quadrato. Si dovrà aver cura che, ove possibile, il piede degli astoni o le radici delle piantine risultino sporgenti rispetto al filo posteriore della palificata.

- Prove di accettazione e controllo

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare astoni e/o talee in fase, anche iniziale e parziale, di disseccamento.

La verifica dell'attecchimento degli astoni e/o delle talee andrà eseguita soltanto dopo il primo periodo vegetativo seguente al momento della realizzazione dell'opera; qualora l'attecchimento non risultasse soddisfacente, andrà eseguito un nuovo controllo prima del successivo periodo di riposo vegetativo; quando, dopo questo secondo controllo, l'attecchimento interessasse meno del 50% della superficie coperta dal rivestimento, l'Impresa dovrà procedere ad una sua reintegrazione anche mediante il semplice impianto di talee.

Il legname dovrà essere preventivamente accatastato in cantiere al fine di consentire alla D.L. di verificarne le caratteristiche prima della posa in opera.

#### **14.9 GRADONATE VIVE CON TALEE E PIANTINE**

- Generalità

La gradonata viva è utilizzata come opera per contrastare il processo erosivo superficiale dei pendii.

La gradonata è formata da una serie di terrazzamenti, scavati lungo il pendio seguendo le linee di livello oppure con una certa inclinazione rispetto ad esse così come indicato negli elaborati progettuali.

Lo scavo delle gradonate sarà generalmente eseguito a mano procedendo dal basso verso l'alto; ove le condizioni dei luoghi lo consentano, potranno utilizzarsi anche mezzi meccanici.

Il materiale vegetale da utilizzarsi sarà quello indicato nelle tavole di progetto; nel caso di uso di talee, esse saranno posate lungo il terrazzamento con una densità di 20 per metro lineare, mentre le piantine saranno posate in ragione di 1 per metro lineare.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- **Caratteristiche dei materiali**

Le talee e le piantine dovranno appartenere a specie arbustive e/o arboree con elevata capacità vegetativa ed in grado di emettere radici avventizie dal fusto; esse dovranno comunque appartenere alle specie indicate come idonee progettuali o comprese nell'elenco riportato nel capitolo relativo alle opere in verde.

Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15 C°) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8-10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

Le piantine dovranno avere un'età di due anni.

Il terreno di ricoprimento dei fossi sarà quello proveniente dallo scavo dei fossi soprastanti.

- **Modalità esecutive**

I lavori dovranno essere eseguiti nel periodo del riposo vegetativo che va, indicativamente, dal tardo autunno all'inizio della primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali.

Lo scavo della gradonata procederà dal basso verso l'alto riempiendo progressivamente gli scavi ad una certa quota con il materiale estratto dalla quota immediatamente più alta.

La distanza tra i terrazzamenti, la loro profondità e la loro inclinazione dovranno rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

Le banchine dovranno avere una contropendenza pari al 10%; le talee dovranno essere interrate per una lunghezza pari a 3/4 della loro lunghezza, avendo cura di porre verso il pendio l'estremità di maggior diametro.

- **Prove di accettazione e controllo**

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare talee e/o piantine in fase, anche iniziale e parziale, di disseccamento.

La verifica dell'attecchimento degli talee e/o delle piantine, andrà eseguita soltanto dopo il primo periodo vegetativo seguente al momento della realizzazione dell'opera; qualora l'attecchimento non risultasse soddisfacente, andrà eseguito un nuovo controllo prima del successivo periodo di riposo vegetativo; quando, dopo questo secondo controllo, l'attecchimento interessasse meno del 50% della superficie coperta dal rivestimento, l'Impresa dovrà procedere ad una sua reintegrazione anche mediante il semplice impianto di talee.

#### **14.10 GRATE VIVE IN LEGNAME CON TALEE E PIANTINE**

- **Generalità**

La grata viva viene utilizzata come struttura di sostegno per pendii di altezza non superiore ai 10-20 m. La struttura portante è costituita da tondoni di legno disposti a formare una maglia regolare secondo le misure date nei disegni di progetto; in corrispondenza delle intersezioni tra i pali verticali ed i correnti orizzontali sono posizionati degli elementi di ancoraggio adeguatamente infissi nel terreno. In corrispondenza dei correnti sono posizionate talee di salice e/o piantine radicate che, sviluppandosi, garantiranno la tenuta del versante.

- **Caratteristiche dei materiali**

I tondoni costituenti la struttura portante dovranno essere in legno di larice o di castagno od in altra essenza resistente alla decomposizione, rispettando comunque le indicazioni progettuali o

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

quelle della D.L.; i tondoni dovranno avere diametro minimo pari a 20 cm ed essere opportunamente scortecciati.

I correnti orizzontali saranno fissati alla struttura verticale tramite idonea chiodatura o staffatura. L'intera struttura sarà ancorata al terreno con piloti di acciaio di lunghezza 1.5 m infissi in ragione di uno per ogni intersezione tra pali verticali ed orizzontali; se previsto nei disegni di progetto, potranno essere utilizzati anche pali di legno con diametro minimo pari a 10 cm.

Il materiale di riempimento sarà costituito da terreno vegetale prelevato in loco o proveniente dagli scavi di risagomatura del pendio e sarà fermato sui tondoni da rete elettrosaldada a maglia 5x7.5 cm.

Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15 C°) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8-10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

- **Modalità esecutive**

Una volta effettuata la riprofilatura complessiva della scarpata in frana, prima di procedere alla costruzione della grata di sostegno, la superficie del pendio dovrà essere opportunamente regolarizzata secondo la geometria indicata nei disegni di progetto e provvedendo ad eliminare eventuali parti instabili.

La seconda operazione consisterà nella preparazione della base di appoggio al piede della scarpata, mediante lo scavo di un fosso che avrà le dimensioni indicate nei disegni di progetto; se previsto negli elaborati progettuali, sarà collocato del toname di legno sul fondo del fosso.

Una volta preparato il piede, verranno collocati i montanti verticali; verranno quindi infissi i pali od i piloti di ancoraggio ed effettuata la prima serie di staffature; a questo punto verranno posizionati e fissati i correnti orizzontali che saranno, a loro volta, fissati agli ancoraggi.

Completata la struttura portante, si procederà al fissaggio della rete elettrosaldada ai tondoni ed al contemporaneo graduale riempimento dell'opera, provvedendo, una volta completato il ricarico fino alla posizione di una serie di correnti, ad inserire le talee e/o le piantine radicate su piani di appoggio che dovranno avere una contropendenza almeno pari a 10°÷20° con densità minima di 40 talee per metro quadrato e di 2 piantine per metro quadrato.

In corrispondenza della sommità dell'opera dovrà essere posizionato un foglio di carta catramata in modo da impedire che l'acqua si infiltri in modo significativo nel terreno smosso a tergo della grata.

Ad opera finita, dovranno restare in vista soltanto le parti terminali del materiale vegetale e, eventualmente, i correnti orizzontali.

- **Prove di accettazione e controllo**

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare piantine e/o talee in fase, anche iniziale e parziale, di disseccamento.

La verifica dell'attecchimento delle piantine e/o delle talee andrà eseguita soltanto dopo il primo periodo vegetativo seguente al momento della realizzazione dell'opera; qualora l'attecchimento non risultasse soddisfacente, andrà eseguito un nuovo controllo prima del successivo periodo di riposo vegetativo; quando, dopo questo secondo controllo, l'attecchimento interessasse meno del 50% della superficie coperta dal rivestimento, l'Impresa dovrà procedere ad una sua reintegrazione anche mediante il semplice impianto di talee.

Il legname dovrà essere preventivamente accatastato in cantiere al fine di consentire alla D.L. di verificarne le caratteristiche prima della posa in opera.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **14.11 GEORETI**

##### **Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico**

- a) Nylon
- b) Polipropilene
- c) Polietilene
- d) Polietilene ad alta densità

Rivestimento di scarpate mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità a seconda del prodotto) di spessore minimo 8 mm e grado di vuoto non inferiore al 90%; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe o picchetti in ferro o legno in quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

##### **Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico bitumata in opera a freddo**

- a) Nylon
- b) Polipropilene
- c) Polietilene
- d) Polietilene ad alta densità

Rivestimento di superfici generalmente a contatto con l'acqua (canalette, fossi di guardia, sponde di canali e corsi d'acqua, ecc.) mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità a seconda del prodotto) di almeno 18 mm di spessore, resistenza a trazione non inferiore a 2.0 kN/m e grado di vuoto non inferiore al 90 %; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe metalliche di diametro minimo 8 mm, in quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Dovrà essere accurato il fissaggio di eventuali fasce parallele di georete tenendo conto in particolare della direzione del flusso.

Tale rivestimento sarà intasato con uno spessore di ghiaio e bitumato a freddo in almeno due passate ghiaia/bitume alternate con peso complessivo non inferiore a 15 Kg/m<sup>2</sup> e dovrà sempre essere abbinato ad una semina in doppia passata, che preceda e segua l'intasamento e la bitumazione, con le modalità di cui ai punti precedenti.

Possono essere eseguiti, a posteriori, dei tagli a croce per la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine.

##### **Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico prebitumata industrialmente a caldo**

Rivestimento di superfici spondali con lavorazione in presenza d'acqua (canalette, fossi di guardia, canali e corsi d'acqua) mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon) di almeno 18 mm di spessore; la geostuoia avente resistenza a trazione non inferiore a 2,5 kN/m, temperatura di fusione non inferiore a 215°C intasata industrialmente a caldo con una miscela permeabile pietrisco/bitume/additivi dovrà avere una permeabilità sotto battente idraulico di 10 cm non inferiore a 10-2 m/s ed un peso complessivo non inferiore a 20 kg/m<sup>2</sup>; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe metalliche di diametro opportuno ed in quantità tali da garantire stabilità ed aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Tale rivestimento deve essere sempre abbinato ad una semina, che precede la stesura della geostuoia, di minimo 40 g/m<sup>2</sup> di semente con le modalità di cui ai punti precedenti. Una idrosemina a spessore di rincalzo dovrà essere eseguita anche sopra la georete ove la prima semina sia avvenuta in periodo stagionale sfavorevole. Possono inoltre essere eseguiti, a posteriori, dei tagli a croce per la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Dovrà essere accurato il fissaggio di eventuali fasce parallele di georete in particolare tenendo conto della direzione del flusso.

**Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico**

- a) Non tessuto poliestere
- b) Polietilene estruso

Protezione di scarpate in terra mediante struttura sintetica a geocelle a nido d'ape costituita da strisce di altezza da 10 a 20 cm apribili a fisarmonica e collegate tra loro a formare una struttura tridimensionale a celle circa esagonali. La posa delle geocelle dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici, pietre, ecc.

I pannelli andranno fissati in trincea in sommità con picchetti di ferro acciaiolo sagomati ad "U" e lunghezza 40-50 cm in quantità minima di 1 ogni 2 celle. Ulteriori ancoraggi saranno effettuati lungo il pendio in ragione di almeno due ancoraggi/m<sup>2</sup>.

Effettuate la posa si procederà al completo riempimento con terreno vegetale e quindi alla semina con le modalità di cui ai punti precedenti.

Tale rivestimento va di regola abbinato con la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico.

**14.12 RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE**

- a) Zincata
- b) Zincata e plastificata

Rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente, mediante stesura di rete metallica a doppia torsione di maglia minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm. Il tutto debitamente teso ed ancorato al substrato. L'ancoraggio sarà a mezzo di chiodi in tondino di ferro acciaiolo, ad aderenza migliorata di diametro minimo 14 mm, aventi lunghezza infissa non inferiore a 40 cm e con l'estremità libera sagomata ad "U" o comunque adatta per il fissaggio della rete, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento e compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie, a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante cuciture con filo di ferro zincato/plastificato di diametro uguale al filo della rete.

Tale rivestimento va in genere abbinato con idrosemina a spessore o con semina a strato, con le modalità di cui ai punti precedenti.

**14.13 RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE  
ZINCATA (E PLASTIFICATA) E BIOFELTRI - BIOSTUOIE**

- a) in paglia
- b) in cocco
- c) in fibre miste
- d) in trucioli di legno

Rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente, mediante stesura di biotessili di grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>, eventualmente preseminati e

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

preconciati, cuciti con punti in filo di ferro zincato ad una rete metallica a doppia torsione di maglia minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm.

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali vuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo.

Prima si stenderà sulla pendice la biostuoia che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce.

La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1÷2 picchetti/m<sup>2</sup>; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del  $\varnothing$  di 6 mm e della lunghezza di 20 cm. Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50÷100 cm dello spessore di 12÷14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1-2 picchetti/m<sup>2</sup> a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete alla scarpata. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato.

Tale rivestimento va in genere abbinato con una idrosemina a mulch a forte spessore realizzata con le modalità descritte agli articoli precedenti, prima della posa del rivestimento.

**14.14 RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE E GEOSTUOIA TRIDIMENSIONALE**

- a) in rete zincata
- b) in rete zincata e plastificata
- c) in geocomposito

Rivestimento di scarpate in terreno molto ripide soggette a fenomeni di erosione accelerata mediante stuoia tridimensionale di spessore minimo 10 mm, di massa areica minima pari a 300 g/m<sup>2</sup> ed una rete metallica a doppia zincatura e doppia torsione,  $\varnothing$  2,7 mm maglia 6x8 cm.

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali vuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo.

Prima si stenderà sulla pendice la rete tridimensionale che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce.

La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1÷2 picchetti per m<sup>2</sup>; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del  $\varnothing$  di 6 mm e della lunghezza di 20 cm. Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50÷100 cm dello spessore di 12÷14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1-2 picchetti per m<sup>2</sup> a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento e compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza della rete al substrato.

Tale rivestimento va in genere abbinato con una idrosemina a mulch a forte spessore realizzata in maniera da intasare completamente lo spessore della rete tridimensionale.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**14.15 RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO PRECONFEZIONATO IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ZINCATA (E PLASTIFICATA) CON:**

a) Geostuoie tridimensionali in materiale sintetico

b) Biostuoie - Biofeltri (paglia, cocco, fibre miste)

La struttura è costituita da gabbioni di rete metallica di 1,00x2,00x0,23 m rivestiti sul fronte esterno con geostuoia tridimensionale e biostuoie, sul dorso e sui lati con altre georeti o stuoie di contenimento sintetiche o in fibra vegetale. Il materasso viene riempito con un miscuglio di terreno vegetale locale, additivato con opportuni ammendanti a seconda delle caratteristiche fisiche ed organiche (sabbia, compost di corteccia, inerte leggero, polimeri per lo stoccaggio dell'acqua, concimanti, ecc.).

La struttura viene realizzata in loco e sollevata a macchina sul fronte roccioso, dove viene agganciata a due barre metalliche di diametro minimo 24 mm, preventivamente ubicate mediante perforazione perpendicolare agli strati rocciosi.

La superficie esterna può essere preseminata (biofeltri) o venire idroseminata o seminata a spaglio con le modalità di cui ai punti precedenti. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine previo taglio di alcune maglie della rete, o per talee prelevate in loco mediante infissione a mazza.

**14.16 RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO CONFEZIONATO IN OPERA IN RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ZINCATA (E PLASTIFICATA) E DIAFRAMMI CON NON TESSUTO, BIOFELTRO O GEOSTUOIA TRIDIMENSIONALE**

Rivestimento di scarpate d'acqua con struttura a materasso metallico in moduli di 2,00x4,00x0,23 m con diaframmi ad interasse 1 m realizzati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm. I materassi verranno confezionati in opera. L'interno del modulo verrà rivestito con biofeltro di grammatura minima 200 g/m<sup>2</sup> fissato alla rete mediante punti metallici; il materasso verrà quindi riempito con adeguata miscela di terreno vegetale o inerte sciolto opportunamente ammendati e ricoperti da un biofeltro in fibra vegetale o una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico a cui verrà sovrapposto un telo di rete zincata con le medesime caratteristiche di cui sopra. La preparazione e l'assemblaggio dei moduli avverrà con punti metallici in acciaio zincato di 3 mm di diametro minimo, in modo da costituire una struttura monolitica.

Il biofeltro può essere preseminato o idroseminato in loco con le modalità di cui ai punti precedenti. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine previo taglio di alcune maglie della rete, o per talee prelevate in loco mediante infissione a mazza.

**14.17 RIVESTIMENTO VEGETATIVO A TASCHE IN RETE ZINCATA E NON TESSUTO O GEOSTUOIA SINTETICA**

a) a tasche singole

b) a tasche a strisce

Rivestimento di scarpate in roccia di natura friabile o compatta con inclinazione generalmente compresa tra 40° e 55°, costituito da un supporto in rete zincata a tasca rivestita da un tessuto o stuoia sintetica, di maglia minima 5x7 cm e diametro minimo del filo 1,5 mm, debitamente tesa ed ancorata al substrato a mezzo di chiodi in tondino di ferro acciaioso, ad aderenza migliorata di diametro minimo 14 mm, aventi lunghezza infissa non inferiore a 40 cm e con l'estremità

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

libera sagomata ad "U" o comunque adatta per il fissaggio della rete, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio, il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza della rete al substrato.

Nei casi di stesura delle tasche per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante cuciture con filo di ferro zincato/plasticato di diametro uguale al filo della rete.

Su tale supporto verranno fissate mediante cucitura con punti metallici singole tasche o tasche disposte a strisce formate da rete zincata di caratteristiche analoghe alla rete madre, rivestite in stuoie o biofeltri o georeti in fibre vegetali a lunga durata o sintetici atti a trattenere l'inerte ed il terreno vegetale consentendo la crescita delle piante.

Le tasche, aperte verso l'alto, vengono riempite di terra vegetale locale a matrice sabbiosa eventualmente migliorata con idonei ammendanti di natura fisica ed organica. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico e una idrosemina con le modalità di cui ai punti precedenti.

#### **14.18 RIVESTIMENTO IN GRIGLIA O RETE METALLICA ANCORATA E GEOTESSUTO E TERRICCIO**

a) a materasso

b) a stuoia

Rivestimento su rocce subverticali in rete metallica come ai punti precedenti o griglia in ferro acciaioso a maglia elettrosaldata di minimo 10x10 cm, foderate in geostuoia sintetica eventualmente abbinata a biofeltro in fibra vegetale di grammatura, maglia e resistenza a trazione atte a garantire il trattenimento del terreno vegetale e contemporaneamente la crescita delle piante, incluso ancoraggio alla roccia mediante chiodature in ferro acciaioso di diametro minimo 18 mm infisse nella roccia previa perforazione e boiaccatura per almeno 40 cm e fissate all'estremità della griglia in modo da consentire il riempimento a tergo con terriccio e/o garantire l'aderenza al substrato roccioso.

Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico e una idrosemina con le modalità di cui ai punti precedenti.

#### **14.19 CHIODATURE NEI TERRENI**

L'esecuzione è articolata nelle seguenti fasi:

- scotico del terreno vegetale ed operazioni di pulizia e regolarizzazione dei fronti di scavo;
  - esecuzione delle chiodature in numero, spaziatura, lunghezza ed inclinazione dei singoli elementi in funzione della geometria e delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni (profondità della superficie di scivolamento, stratigrafia del substrato), preferendo la disposizione dei chiodi a quinconce, il loro infittimento nella parte centrale della massa instabile e la loro direzione il più possibile ortogonale alla superficie di rottura;
  - posa in opera di geostuoie o biofeltri e loro fissaggio alle chiodature;
  - posa in opera di eventuale rete metallica a doppia torsione zincata ed eventualmente plasticata;
- intasamento delle stuoie o biofeltri con terreno ed idrosemina.

#### **14.20 TRAPIANTO DAL SELVATICO DI ZOLLE ERBOSE**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Rivestimento protettivo di scarpate mediante trapianto di zolle erbose di prato polifita naturale di stadio vegetazionale simile a quello potenziale della scarpata. Le zolle verranno ritagliate, previo sfalcio, dal prato esistente in quadrati di 40x40 cm a spessore minimo di 5 cm; verranno utilizzate le superfici destinate comunque a distruzione (es. tracciato stradale) prima dell'intervento di spianamento e scotico.

Il trapianto potrà essere eseguito durante il periodo vegetativo e l'eventuale stoccaggio avverrà con mucchi di lunghezza massima di 1 m ed altezza massima di 0,60 m, avendo cura di evitare il disseccamento ed il soffocamento.

La disposizione sul pendio avverrà a scacchiera o a strisce avendo cura di riempire gli interstizi con terreno vegetale e seminare il tutto. Le zolle verranno fissate con picchetti di ferro da 30 a 40 cm (uno ogni 4-5 zolle) e, in caso di sollecitazioni particolari, con reti metalliche o sintetiche a maglia di apertura non superiore a 15 cm.

#### **14.21 TRAPIANTO DAL SELVATICO DI INTERE ECOCELLE**

Trapianto di intere porzioni di vegetazione autoctona di  $0,5 \div 1 \text{ m}^2$ , con il terreno compenetrato dalle radici. Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespo - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica.

Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo.

Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse.

#### **14.22 TAPPETO ERBOSO PRONTO**

a) a rotolo

b) a zolla

Rivestimento di scarpata o sponda a bassa pendenza con cotico erboso pronto in genere a rotolo di larghezza  $0,3 \div 0,4 \text{ m}$  e di lunghezza di  $1,5 - 2 \text{ m}$ , rasati a macchina, dallo spessore di  $2,5 - 4 \text{ cm}$ , disposti a strisce verticali srotolate dall'alto verso il basso, eventualmente fissate con picchetti sui pendii più ripidi.

Il substrato va comunque rivestito con uno strato di terreno vegetale o di humus sabbioso, per il miglior attecchimento delle piante erbacee. Le miscele impiegate per la produzione dei cotichi vanno calibrate in funzione delle condizioni di applicazione. Dopo la posa in opera i tappeti erbosi vanno pressati o rullati.

#### **14.23 TRAPIANTO DI RIZOMI E DI CESPI**

a) divisi

b) sminuzzati

Prelievo dal selvatico di rizomi, stoloni e cespi di graminacee ed altre specie idonee in pezzi di circa  $10 - 15 \text{ cm}$  e loro piantagione (per i rizomi fittonanti ad es. *Phragmites*) per circa  $4 \text{ cm}$  o

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

deposizione sul terreno sminuzzati od interi e ricopertura con un leggero strato di terreno vegetale per evitarne il disseccamento.

Il trapianto va eseguito all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo in ragione di 3-5 pezzi per m<sup>2</sup>.

Tale tecnica va utilizzata per la riproduzione di specie non esistenti in commercio e di difficile riproduzione per seme. La moltiplicazione può essere effettuata anche tramite vivaio e successivo trapianto, utilizzando contenitori a bivalve in cui vengono inseriti frammenti di cespi dalle graminacee selvatiche, che vengono ritrapiantati dopo un ciclo di sviluppo nelle aree da colonizzare.

#### **14.24 COPERTURA DIFFUSA CON RAMAGLIA VIVA**

a) normale

b) armata

Rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata mediante copertura con ramaglia viva con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici, Myricaria, Ligustrum) con densità di 20÷50 verghe o rami per metro, di lunghezza minima di 150 cm, disposte perpendicolarmente alla corrente, previa posa di paletti di castagno o di larice infissi per almeno 60 cm e sporgenti per 20 cm a file distanti 1 m e con interasse da 1 a 3 m a seconda della pressione idraulica. La parte inferiore dei rami dovrà essere conficcata nel terreno o nel fondo e lo strato inferiore dovrà coprire lo strato superiore con sormonto di almeno 30 cm.

La ramaglia verrà fissata ai paletti tramite filo di ferro, talee trasversali, fascine o graticciate e ricoperta con uno sottile strato di terreno vegetale. La base della sponda così ricoperta verrà consolidata con blocchi di pietrame eventualmente collocati in un fosso preventivamente realizzato. Tali blocchi (di dimensioni minime di 0,2 m<sup>3</sup>) potranno venir collegati con una fune di acciaio (variante "armata") fissata a pali di legno o di ferro, onde consentire una maggior protezione al piede, pur conservando una certa elasticità. Il periodo migliore di esecuzione è il tardo autunno.

#### **14.25 COPERTURA DIFFUSA CON CULMI DI CANNA**

Rivestimento di sponda, precedentemente modellata, in condizioni di bassa pendenza e velocità dell'acqua, con culmi di canna (essenzialmente viene impiegata *Phragmites australis*) in numero di 30÷60 culmi per metro, di lunghezza da 80 a 170 cm, disposti perpendicolarmente alla corrente, con la parte inferiore a contatto con l'acqua (10-15 cm sotto il livello medio). Il fissaggio avverrà mediante paletti e filo di ferro in analogia al punto precedente.

Il periodo migliore per il rivestimento va da marzo a maggio quando i giovani culmi hanno raggiunto la grandezza indicata.

#### **14.26 TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VEGETATO**

a) con geosintetici

b) con griglia metallica e geosintetici

c) con griglia e armatura metallica

d) con pannello in calcestruzzo e armatura metallica

e) con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante.

Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- pendenza massima del fronte esterno di 60°(-70°) per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 60 g/m<sup>2</sup>, collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso. A miglior garanzia di riuscita del cotico erboso le stuioie frontali dovranno, ove tecnicamente possibile, essere preseminate e preconcimate;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee o piante radicate in quantità minima di 1 ogni 5 m<sup>2</sup>, che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di un sistema di drenaggio a tergo della struttura in terra rinforzata che non impedisca però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di interventi.

Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,4 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

- a) con geosintetici: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geosintetici costituiti da fibre di varia natura (poliestere, polietilene, polipropilene, ecc). Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (superiore a 20 KN/m) ed allungamento a rottura compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere documentate con certificazioni di qualità in conformità alla normativa vigente. In tal caso il geosintetico, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene ripiegato a sacco a chiudere frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego di geosintetici a maglia aperta è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati al geosintetico georeti tridimensionali sintetiche o biofeltri e biostuoie in fibra vegetale.
- b) con griglia metallica e geosintetici: l'armatura del rilevato è costituita da un geosintetico con resistenza a trazione non inferiore a 25 KN/m; sul fronte esterno viene posizionata una rete metallica elettrosaldata che funge da cassero con maglie differenziate di  $\varnothing$  da 6 mm a 9 mm; la rete metallica è rivestita da un geotessile composito per il trattenimento del terreno e base d'appoggio della vegetazione che dovrà consentire la trasparenza alla radicazione delle piante erbacee; lo spessore degli strati non potrà superare i 65 cm. Le specifiche del geosintetico di rinforzo devono presentare caratteristiche conformi al punto a).

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- c) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, ad aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5 x 45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia o da un biofeltro e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.
- d) con pannello in calcestruzzo e armatura metallica: le armature sono come al punto precedente e sono collegate con un sistema di pannelli in cls formati da piastre inclinate e contrafforti d'appoggio verticali ad incastro. Le piastre sono inclinate di circa 70° rispetto all'orizzontale a formare, mediante la loro sovrapposizione a quinconce, dei contenitori che vengono riempiti di terra vegetale. Il metodo presenta rispetto ai muri cellulari i seguenti vantaggi:
- un'inclinazione complessiva massima del muro (circa 70°) e posizionamento ad invito dei pannelli tali da ricevere e convogliare l'acqua meteorica;
  - un facile apporto dall'esterno di terra vegetale ad opera realizzata, che va a contatto con l'inerte costituente il rilevato in terra armata.
- e) e) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 8x10 cm, tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,7 mm zincato a caldo (UNI 8018), con rivestimento in PVC o XLPE con resistenza agli UV, alte temperature ed agli altri agenti atmosferici certificati, di spessore minimo 0,4 - 0,5 mm e diametro complessivo del filo 3,7 mm circa avente resistenza nominale non inferiore a 40 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

#### **14.27 MURO A SECCO RINVERDITO**

Formazione di muratura a secco con pietrame squadrato al grezzo con inserimento durante la costruzione di ramaglia viva (sino a 10 pezzi/m<sup>2</sup>), o piante legnose radicate (2÷5 pezzi/ m<sup>2</sup>) o zolle erbose. I rami non dovranno sporgere più di 30 cm dal muro nell'aria, per evitare disseccamenti, e in tal senso dovranno essere potati dopo la posa in opera.

Le fughe tra i massi andranno intasate con terreno vegetale o almeno materiale fine tale da rendere possibile l'attecchimento delle piante.

La costruzione potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo, la presenza della vegetazione oltre a consolidare nel tempo la struttura, consentirà di ottenere un maggior drenaggio del terreno retrostante. Date le condizioni particolari è prevista una fallanza del 30-40%.

#### **14.28 CUNEO FILTRANTE**

Formazione di un cuneo di inerte drenante a varia pezzatura (ghiaia, pietrisco) riportato a strati alternati a disposizione di ramaglia viva e talee, con capacità di ricaccio (che devono arrivare sino al substrato di base) piante radicate o zolle di canneto. Il tutto a ricostruire un tratto di versante franato ove vi sia presenza di acqua nel substrato, inserendo, se del caso, tubi drenanti alla base e lungo il pendio o realizzando un sostegno al piede in muro a secco o palificata viva o altra tecnica.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La superficie esterna (in genere senza riporto di terreno vegetale) verrà inerbita con idonea miscela di sementi e tecnica di semina in funzione delle condizioni locali di intervento.

**14.29 MURO VEGETATIVO IN CONGLOMERATO A SECCO DI INERTE E FIBRE TESSILI SINTETICHE**

Formazione di opere di sostegno a muro realizzate con un materiale composito ottenuto dalle proiezioni simultanee di inerte terroso di opportuna granulometria e di fibre tessili sintetiche in continuo, di titolo compreso tra 50 e 330 dtex, per una percentuale in peso atta a garantire la stabilità del muro, come risultante dal calcolo di ogni opera. Il tutto ricoperto da uno strato di un miscuglio di fibre tessili o sabbia con aggiunta di miscele di semi di specie erbacee idonee a costituire un cotico erboso nelle condizioni ambientali di intervento, inclusi la messa a dimora di arbusti di specie pioniere autoctone posti a dimora sulle superfici orizzontali e inclinate in ragione di minimo 1 pezzo ogni 5 m<sup>2</sup>.

**14.30 BARRIERA VEGETATIVA ANTIRUMORE IN TERRAPIENO COMPRESSO**

- a) metallica
- b) in legno
- c) in calcestruzzo
- d) in doppia terra rinforzata

Formazione di una barriera antirumore di altezza minima di 2 m e larghezza minima di 1,2 m costituita da una struttura in terrapieno compresso riempita di una miscela di inerte vegetale locale additivato con ammendanti migliorativi delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche, di natura tale da garantire il drenaggio, la crescita delle piante e la stabilità nel tempo di queste due caratteristiche.

Il verde inizialmente sarà deputato al cotico erboso da idrosemina a spessore e in seguito sarà garantito dalla crescita di arbusti autoctoni che verranno messi a dimora per talee o piante radicate sia in testa che su entrambe le pareti subverticali della barriera, in ragione di minimo 1 pezzo ogni 3 m<sup>2</sup>. Anche in questo caso, come nelle terre rinforzate a paramento vegetato, lo stadio di riferimento della vegetazione è la siepe su prato-pascolo. Per le regioni centro meridionali andrà previsto un impianto di irrigazione per i primi periodi vegetativi costituito da linee di tubi porosi posti orizzontalmente ogni 1,5 m al massimo di altezza. Verranno effettuate le verifiche statiche relative alle fondazioni che, ove necessarie, non potranno essere continue, ma disposte come le traverse ferroviarie, in modo da garantire la permeabilità delle radici degli arbusti nel substrato.

Le verifiche statiche delle fondazioni e delle strutture nonché le caratteristiche di fonoisolamento dovranno essere conformi alle prescrizioni normative vigenti.

Sono possibili varianti relative:

- a) in struttura metallica: la struttura di sostegno in metallo sarà costituita da montanti in profilato di acciaio zincato a caldo di idonea portanza rapportata all' altezza della barriera, le pareti saranno realizzate in rete metallica elettrosaldata zincata a caldo di maglia minima 10x10 cm e tondini di diametro minimo di 8 mm (il dimensionamento sarà rapportato alle esigenze statiche e funzionali) la rete sarà foderata all'interno da stuoia o biofeltro preseminato e preconciato in fibre vegetali di grammatura minima 100 g/m<sup>2</sup> a sua volta rivestiti verso l'interno da una geostuoia in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici per il trattenimento del terreno. Il riempimento avverrà dall'alto e l'inerte verrà compattato in modo tale da aderire alle pareti senza che rimangano vuoti, ciò nonostante verrà previsto un ricarico nella parte superiore ad assestamento finale del terreno che normalmente avviene dopo alcuni mesi ed a seguito delle prime piogge di una certa consistenza.
- b) in legno
- c) in calcestruzzo.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Per le strutture alveolari o a mensola in legno e calcestruzzo valgono le prescrizioni relative all'articolo dei muri cellulari;

d) in doppia terra rinforzata.

Valgono le prescrizioni relative alle terre rinforzate con geotessuti e reti metalliche salvo che la costruzione avvenga a piramide con risvolti da ambo i lati della barriera e chiusura superiore con un ricarico di inerte su una testa orizzontale di almeno 1,5 m.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 15 SCOGLIERE, RIVESTIMENTI IN PIETRAMI, GABBIONATE**

### **15.1 GENERALITÀ**

I massi di pietra naturale per gettate, scogliere o rivestimenti devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento e crinature da gelo.

La Direzione dei lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività, alla salsedine marina, ecc. in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1938 n° 2231.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) pietrame in pezzatura singola del peso compreso fra kg 5 e kg 50;
- b) massi naturali di 1° categoria del peso singolo compreso fra kg 50 e kg 500;
- c) massi naturali di 2° categoria del peso singolo compreso fra kg 500 e kg 1000;
- d) massi naturali di 3° categoria del peso singolo compreso fra kg 1500 e kg 2500;
- e) massi naturali di 4° categoria del peso singolo compreso fra kg 3000 e kg 5000.

L'appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione dei lavori, e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere possono essere, ove necessario, formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabiliti nel progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Nel caso di scogliera formata da massi "a coltello" con sviluppo prevalente in due dimensioni occorre che ogni singolo masso non presenti fessurazioni o piani di sfaldamento. La scogliera andrà eseguita in modo da evitare piani continui e collocando i massi ad incastro a quote differenti come evidenziato nei disegni esecutivi.

Gli interstizi tra masso e masso verranno saturati con terreno di risulta o terra vegetale per la messa a dimora di talee o con pietrame di piccola pezzatura. Le dimensioni minime di ciascun masso costituente la scogliera a coltello sono fissate in:

- 1,5 m di lunghezza;
- 1,0 m di altezza;
- 0,4 m di spessore.

Sarà cura dell'Impresa realizzare la struttura in modo che non vi siano massi o parti di massi sporgenti in alveo per più di 10 cm rispetto al paramento di progetto.

La protezione al piede della scogliera deve essere eseguita con massi delle dimensioni specificate nei disegni esecutivi.

La pendenza del paramento della scogliera potrà essere adeguata alle condizioni locali delle sponde senza che ciò comporti alcun compenso aggiuntivo per l'Impresa.

Nel caso di scogliera o muratura tradizionale i blocchi di pietrame verranno posti in opera con l'ausilio di un mezzo meccanico munito di adeguata braccio meccanico con benna mordente e che possa spostare e sistemare i blocchi secondo le pendenze e dimensioni di progetto. Ultimata la scogliera a secco si provvederà, ove previsto, ad intasare gli spazi vuoti tra blocco e blocco con malta di dosaggio almeno 500 kg di cemento per mc di inerte. La malta sarà formata dagli stessi materiali specificati per i calcestruzzi (art. II.7).

L'intasamento verrà eseguito versando malta semi-fluida dall'alto in modo da riempire tutti i vuoti evitando che la malta stessa fuoriesca dalla superficie della scogliera anche con l'uso di casseri, dove previsto e computato a parte.

La Direzione Lavori potrà esigere di ripetere l'intasamento nelle parti di scogliera non completamente riempita.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Gli scivoli di corazzamento del fondo alveo dovranno essere eseguiti ponendo in opera, con l'ausilio di un mezzo meccanico, i blocchi secondo le dimensioni e la disposizione indicate nei disegni esecutivi e dalla Direzione Lavori.

Gli scivoli dovranno essere sagomati con un alveo di magra centrale creando piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire la risalita della fauna ittica.

Il pietrame di pezzatura maggiore è collocato su di un letto di pietrisco e geotessuto.

A monte lo scivolo ha struttura ad arco con raggio di curvatura pari a 5/4 della larghezza d'alveo.

A valle la struttura è sostenuta da una soglia in cls.

Prima di iniziare scogliere, muri o scivoli le superfici di contatto saranno regolarizzate asportando tutti i franamenti di materiale fratturato o smosso. In particolare il piano di fondazione sarà opportunamente consolidato (come indicato alle specifiche di cui al punto 3.5b) e posto almeno 100 cm al di sotto del fondo alveo di progetto. Le superfici di appoggio e fondazione della scogliera, muri o scivoli dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio delle opere strutturali.

## **15.2 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI E CORAZZAMENTO FONDO ALVEO**

- Generalità

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista, intasata con terreno vegetale e opportunamente seminata.

- Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico:  $\geq 24 \text{ kN/m}^3$  ( $2400 \text{ kgf/m}^3$ )

resistenza alla compressione:  $\geq 50 \text{ N/mm}^2$  ( $500 \text{ kgf/cm}^2$ )

coefficiente di usura:  $\leq 1.5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione:  $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadri. Secondo il peso saranno divisi nelle seguenti categorie:

pietrame in pezzatura singola del peso fra kg 0 e kg 100;

massi naturali di 1<sup>a</sup> categoria del peso singolo fra kg 100 e kg 800;

massi naturali di 2<sup>a</sup> categoria del peso singolo fra kg 800 e kg 2000;

massi naturali di 3<sup>a</sup> categoria del peso singolo oltre kg 2000.

I massi artificiali, delle dimensioni definite in progetto, saranno costituiti da prismi cubici o parallelepipedi, realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima  $R'_{bk} \geq 20 \text{ N/mm}^2$  ( $200 \text{ kgf/cm}^2$ ). Le casseforme per il confezionamento dei massi devono essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo e devono avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte. Le pareti interne delle casseforme dovranno essere preventivamente trattate con opportuni preparati (disarmanti), al fine di evitare distacchi al momento del disarmo. L'Impresa dovrà predisporre casseforme in numero sufficiente per corrispondere adeguatamente alle esigenze di produzione e stagionatura dei massi.

I prismi andranno realizzati su terreno perfettamente spianato e battuto e saranno costruiti in file regolari, rettilinee e parallele fra loro, in modo da costituire una scacchiera, così da renderne facile la numerazione.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni; il calcestruzzo dovrà essere versato nelle casseforme in strati non superiori a 20 cm di altezza ed ogni strato verrà accuratamente compresso con appositi pestelli ed opportunamente vibrato.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme per tutto il tempo necessario ad un conveniente indurimento del calcestruzzo; lo smontaggio delle casseforme non potrà comunque avvenire prima che siano trascorse 12 ore dall'ultimazione del getto. La movimentazione e la messa in opera dei prismi non potrà avvenire prima che siano trascorsi 28 giorni dalla data della loro costruzione e che siano state eseguite le prove di accettazione descritte nel seguito e le operazioni di contabilizzazione.

- Modalità esecutive

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0.50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma o dal fondo nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Gli scivoli di corazzamento del fondo alveo dovranno essere eseguiti ponendo in opera, con l'ausilio di un mezzo meccanico, i blocchi secondo le dimensioni e la disposizione indicate nei disegni esecutivi e dalla Direzione Lavori.

Gli scivoli dovranno essere sagomati con un alveo di magra centrale creando piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire la risalita della fauna ittica.

Il pietrame di pezzatura maggiore è collocato su di un letto di pietrisco e geotessuto.

A monte lo scivolo ha struttura ad arco con raggio di curvatura pari a 5/4 della larghezza d'alveo.

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati con il martello, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltura erbosa.

- Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni cento metri lineari di difesa da realizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1992.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A:"

I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

### **15.3 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI**

- Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con fili di ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.

Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipeda, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframata.

- Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione secondo UNI 8018, tessuta a macchina con trafilato di ferro (UNI 3598) a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/62), di diametro pari a 3,0 mm. La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10x12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere pari a 0,50x1,0 m oppure a 1,0x1,0 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1,5 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.

I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2,0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2,2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6x8 cm.

Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipedica e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.

Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento dovrà corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovrà inoltre essere esente da giunti, fratture e piani di sfalsamento; dovrà essere non gelivo e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico:  $\geq 24 \text{ kN/m}^3$  ( $2400 \text{ kgf/m}^3$ )

resistenza alla compressione:  $\geq 50 \text{ N/mm}^2$  ( $500 \text{ kgf/cm}^2$ )

coefficiente di usura:  $\leq 1,5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione:  $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo.

- Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le maglie con un doppio giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.

Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.

Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi al funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni  $\text{m}^3$  di gabbionata se gli elementi sono alti 1 m, da 2 a 4 tiranti per ogni  $\text{m}^3$  di gabbionata se gli elementi sono alti 0,5 m. Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.

A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevede di utilizzare.

Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

- Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL. PP. n° 2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata. La Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

La D.L. preleverà inoltre dei campioni di filo da 40 cm dalle scatole metalliche (un filo ogni 100 pezzi) e dalle matasse di filo per cucire (un campione ogni 10 matasse). Ogni campione prelevato sarà diviso in due metà da 20 cm e su uno dei due pezzi si determinerà, mediante apposita apparecchiatura, la quantità di zinco per m<sup>2</sup>, che dovrà risultare al minimo come appresso:

- fili di diametro 1,8, 2,0 e 2,2 mm: 2,4 N (0,24 kgf)
- fili di diametro 2,4 e 2,7: 2,6 N (0,26 kgf)
- fili di diametro 3,0 e 3,4 mm: 3,7 N (0,37 kgf)

Se due o più campioni su 10 daranno un risultato inferiore del 10% a tali valori, tutta la partita di gabbioni o di materassi sarà scartata.

Sugli altri mezzi campioni da 20 cm si eseguirà la prova di centratura per immersione in una soluzione di CuSO<sub>4</sub> al 36% in acqua distillata. Essi dovranno resistere alle seguenti immersioni senza che appaiano evidenti tracce di rame:

- fili di diametro 1,8, 2,0, 2,2 e 2,4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere a due immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a tre;
- fili di diametro 2,7, 3,0 e 3,4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere a tre immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a quattro.

Se due o più campioni su ogni 10 daranno un risultato inferiore, la partita di gabbioni o di materassi sarà scartata.

La D.L. accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura di 10 campioni ogni 100 scatole consegnate in cantiere, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla D.L. i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti. Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. verificherà la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove ogni 100 scatole di gabbioni o di materassi. Prima di effettuare le prove di laboratorio le pietre prelevate andranno contate, contrassegnate e misurate in ogni direzione per verificare il rispetto delle dimensioni minime. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale verrà scartato.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **Art. 16 RILIEVI E TRACCIAMENTI**

Prima di dare inizio ai lavori di costruzione delle opere formanti oggetto del presente appalto, l'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese alla posa dei necessari capisaldi, indipendentemente da quelli già fissati in sede di progetto, ed eseguire ex novo i rilievi di dettaglio anche in contraddittorio con il Committente, per effettuare la contabilizzazione dei lavori. I singoli punti del tracciato di tutte le opere dovranno essere fissati chiaramente sul terreno e facilmente rintracciabili.

I capisaldi fondamentali dovranno essere collocati con speciale cura in zone di rispetto di sicura ed assoluta stabilità in quanto essi serviranno ai necessari riscontri in fase di costruzione delle opere e, successivamente, saranno utilizzati per il controllo della stabilità delle opere stesse anche a lavori ultimati e durante l'esercizio.

In particolare si fa espresso e preciso obbligo all'Appaltatore di provvedere, prima dell'inizio dei lavori, all'esecuzione di una livellazione di precisione destinata a porre capisaldi di quota lungo tutto il tracciato dell'opera da costruire. I tracciamenti plano-altimetrici dovranno essere condotti secondo le più rigorose norme topografiche e dovranno essere materializzati in sito da riferimenti chiaramente indicati e inequivocabili, secondo l'andamento di cui agli allegati di progetto e secondo quelle eventuali varianti al tracciato stesso che possono essere decise dalla D.L. a suo insindacabile giudizio. Le quote altimetriche saranno riferite a capisaldi e picchetti di rilievo che verranno indicati dal Committente, l'Appaltatore quindi assumerà la responsabilità di tutte le ulteriori livellazioni. Dopo il controllo e l'approvazione di tracciati e rilievi, l'Appaltatore potrà dare inizio agli scavi con le modalità che verranno approvate dalla D.L.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art.17 LAVORI IN SOTTERRANEO**

### **17.1 GENERALITÀ**

Per lavori in sotterraneo si intendono tutti quei lavori che devono essere eseguiti per la realizzazione di gallerie, ad esclusione delle opere di attacco e/o intestatura che sono da considerarsi lavori all'aperto. L'Appaltatore è tenuto a provvedere affinché gli scavi in sotterraneo siano condotti con tutte le cautele atte a garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro ed è, tra l'altro, obbligato a porre in atto tutti i provvedimenti atti a segnalare, prevenire ed eliminare i pericoli da frane, crolli, allagamenti, venute d'acqua e di gas. In particolare dovrà attenersi scrupolosamente alle indicazioni del Piano di Sicurezza Operativo approvato ovvero istruzioni particolari impartite dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, nominato ai sensi del D.Lgs. 81/08 e successivi.

L'Appaltatore è tenuto inoltre ad attuare tutti i provvedimenti necessari affinché le proprietà pubbliche o private, ricadenti nella zona di influenza degli scavi, non abbiano a subire danneggiamenti, sia temporanei che definitivi, dei quali comunque rimane unico responsabile sotto il profilo civile e penale.

In ogni caso prima di dare inizio agli scavi in sotterraneo deve essere assicurata l'intestatura degli attacchi in rapporto alle condizioni topografiche ed alla natura dei terreni interessati, allo scopo di prevenire qualsiasi tipo di dissesto superficiale.

Per quanto riguarda l'uso delle mine l'Appaltatore dovrà osservare scrupolosamente tutte le prescrizioni delle leggi, norme e regolamenti in vigore in materia di custodia ed uso degli esplosivi. Per le mine dovranno essere usati detonatori non elettrici.

Ove indicato nei documenti contrattuali dovranno essere usate tecniche particolari di abbattimento controllato quali lo presplitting e lo smooth-blasting. Subito dopo le volate, le pareti degli scavi debbono essere disgiunte e regolarizzate con la massima cura, provvedendo all'occorrenza a sostenerle mediante adeguati sostegni provvisori.

La Direzione Lavori potrà prescrivere, a suo insindacabile giudizio, limitazioni nell'uso delle mine. Per tali limitazioni l'Appaltatore non potrà richiedere particolari compensi ed indennizzi oltre al pagamento dei lavori con i normali prezzi di elenco.

### **17.2 CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

Le formazioni nelle quali si svolgono gli scavi per gallerie vengono classificate in base alle Classi di Beniawski (1989):

**Classe I Molto buona:** non sono necessarie misure di sostegno provvisorio; il fronte può avanzare una volta effettuato il disgiungimento ed eventuali chiodi puntuali.

**Classe II Buona:** sono necessari disgiungimento, spritz beton non armato sp. 5 cm e chiodi puntuali eventuali.

**Classe III Discreta:** è necessario lo spritz beton sp. 5 cm in genere, armato solo in calotta e collocazione di chiodi puntuali.

**Classe IV Scadente:** è necessario lo spritz beton sp. 10 cm in genere, armato solo in calotta e collocazione sistematica di chiodi.

**Classe V Molto Scadente:** è necessaria la collocazione di centine, rete elettrosaldata, spritz beton e collocazione sistematica di chiodi.

La Direzione Lavori stabilisce, in funzione della effettiva necessità dei sostegni al fronte di lavoro (e non già solo per essere state queste adottate dall'Appaltatore), la classe alla quale appartengono le formazioni in cui si svolgono gli scavi, e di conseguenza la sezione di pagamento, restando convenuto che il tipo di formazione, e perciò la sezione da adottarsi nei computi, può variare anche per tratte brevi.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Sono considerati scavi di allargamento gli scavi per modifica o per ampliamento della sezione teorica già eseguita purché previsti in progetto o richiesti dalla D.L..

Detti scavi sono compensati in ogni caso con rispettivi prezzi degli scavi in tradizionale, maggiorati del 30%, intendendosi con ciò remunerata anche la rimozione dei sostegni provvisori ed ogni altro onere.

### **17.3 SCAVI IN GALLERIA**

Gli scavi ed i movimenti del materiale dovranno eseguirsi con mezzi e veicoli specifici per l'impiego in galleria secondo le migliori regole d'arte in relazione alle dimensioni della galleria, alla natura ed alle condizioni dei terreni da attraversare ed essere condotti con particolare cautela e regolarità in modo da evitare l'insorgere di movimenti franosi, tanto agli imbocchi quanto all'interno, e garantire condizioni di sicurezza e per tutte le maestranze.

Nel caso che la galleria debba attraversare tratte di terreni particolarmente instabili - o per loro natura o per la presenza di acqua o per qualche accidente geotettonico - l'Appaltatore ha l'obbligo di avvertire tempestivamente la Direzione Lavori la quale ordinerà la sospensione temporanea dei lavori di avanzamento e l'esecuzione di una indagine geognostico-geotecnica idonea a definire i più convenienti interventi di stabilizzazione preventiva: drenaggi e/o infilaggi e/o consolidamenti mediante iniezioni. I lavori di indagine e di stabilizzazione preventiva saranno compensati con i relativi prezzi in elenco, mentre nessun compenso o indennizzo sarà dovuto all'Appaltatore per la suddetta sospensione temporanea dei lavori.

Per tutti gli scavi in galleria, si definisce "sezione teorica di scavo" quella che coincide con le dimensioni di scavo indicate sui disegni costruttivi. Nessun volume addizionale di scavo, rivestimento in cls o spritz beton sarà riconosciuto all'Appaltatore oltre quello derivante dalla "sezione teorica di scavo". Sono considerati scavi eseguiti in ampliamento gli scavi per modifica, comunque approvata dalla D.L., in ampliamento di sezioni definitive già eseguite; essi sono compensati, in ogni caso, con i criteri previsti per gli scavi in tradizionale, corrispondendo i rispettivi prezzi maggiorati del 30%, intendendosi con ciò remunerata anche la rimozione delle armature di scavo ed ogni altro maggiore onere.

### **17.4 SOSTEGNI PROVVISORI DEGLI SCAVI IN GALLERIA**

L'Appaltatore, dovendo garantire la sicurezza delle maestranze operanti in galleria ed una corretta realizzazione della galleria, è tenuto a provvedere, per sua iniziativa tempestiva e a seconda delle necessità, al sostegno provvisorio degli scavi effettuati, sia nell'immediato che nei tempi successivi.

Tuttavia l'impiego sistematico di una qualsiasi sezione tipo di sostegno provvisorio, costituito da uno o più elementi più avanti descritti, è subordinato all'approvazione preventiva da parte della Direzione Lavori. La D.L. si riserva comunque la facoltà di ordinare a suo insindacabile giudizio l'impiego della sezione tipo che riterrà più opportuna.

In ogni caso l'Appaltatore conserverà l'intera responsabilità di queste opere provvisorie per tutta la durata della loro funzione, e sarà tenuto, ogni volta che sia necessario o su richiesta della D.L., ad effettuare delle modifiche o delle sostituzioni alle puntellature ed ai sostegni provvisori per garantire la sicurezza e la prosecuzione dei lavori.

L'Appaltatore deve usare ogni precauzione affinché la stabilità dei sostegni provvisori non possa essere compromessa dallo sparo delle mine e dall'attività dei mezzi d'opera, restando a suo completo carico la fornitura e la posa in opera dei sostegni sostitutivi di quelli danneggiati.

Una adeguata scorta dei diversi tipi di sostegno che si prevede di adoperare deve essere sempre tenuta in cantiere, in modo che nessuna operazione possa venire ritardata per effetto della loro mancanza; resta comunque inteso che i sostegni inutilizzati per qualsivoglia motivo, non vengono acquistati o comunque indennizzati dal committente.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

In ogni caso i sostegni e/o i pre-rivestimenti devono essere realizzati in modo da non interferire con l'esecuzione del rivestimento definitivo, in particolare per quanto attiene all'uso dei tubi di getto.

Le cavità a tergo dei sostegni provvisori devono essere riempite, all'atto della posa in opera dei sostegni ed indipendentemente dalle successive iniezioni di intasamento, con calcestruzzo eventualmente proiettato

Gli elementi tipo a disposizione, che in via ordinaria possono concorrere, sia singolarmente che in combinazione, alla formazione del sostegno provvisorio adeguato alle condizioni al contorno, sono i seguenti:

- chiodi di cucitura e/o di ancoraggio;
- bulloni con piastra di ancoraggio;
- reti metalliche;
- centine metalliche;
- betoncino proiettato.

a) Chiodi di cucitura

I chiodi di cucitura e/o di ancoraggio hanno una lunghezza finita uguale a 2.00 m e sono costituiti da un'anima metallica posta all'interno di un foro di diametro adeguato ed ivi fissata e/o comunque cementata, in modo che singolarmente offrano una resistenza alla trazione e/o all'estrazione non inferiore a 4 t.

La testa sporgente di questi chiodi deve essere filettata in modo da consentire il fissaggio di una piastra in ferro 100x100x6 mm mediante due dadi.

L'impiego ottimale di questi chiodi avviene in presenza di roccia lapidea molto consistente, poco o mediamente. Catturata, sia singolarmente, per l'ancoraggio di qualche singolo diedro di roccia, sia in gruppo ad interesse variabile per la reciproca cucitura di vari diedri, eventualmente in combinazione con longherine metalliche. In combinazione con la rete metallica, specie nella semicalotta centrale possono prevenire la caduta di singoli blocchi di roccia.

b) Bulloni di ancoraggio

I bulloni con piastra di ancoraggio saranno del tipo ad aderenza continua lungo l'intero fusto, completi di adeguata filettatura in testa, di piastra metallica (200x200x10 mm) e di due dadi di fissaggio. La posa in opera dei bulloni deve avvenire nei tempi immediatamente successivi alla profilatura dello scavo e svilupparsi secondo le seguenti fasi: perforazione, posizionamento del bullone nel foro, cementazione a rifiuto ed, infine, serraggio della piastra contro la superficie di scavo da effettuarsi con l'avvitamento del primo dado mediante chiave dinamometrica. Il secondo dado viene impiegato come fermo per il primo, ovvero per l'ancoraggio della rete metallica.

c) Rete metallica

La rete metallica sarà del tipo elettrosaldata formata normalmente con tondino FeB 38K da 4 o 6 mm, e sarà posta in opera con una sovrapposizione di almeno una maglia, sia che venga impiegata in combinazione con i chiodi ed i bulloni o come armatura per la gunite ed il betoncino spruzzato. In ogni caso è essenziale che risulti ben distesa ed aderente alle superfici di scavo; viene comunque escluso l'uso di reti ripiegate od arrotolate per colmare i sovrascavi a tergo delle centine e quando si impiega la gunite o il betoncino spruzzato.

d) Centine metalliche

Le centine metalliche saranno del tipo IPE eventualmente accoppiate, o HE (ad ala larga), eventualmente accoppiate. Le saldature delle piastre di giunzione, come quelle di appoggio, al piede, devono essere molto accurate. Questi elementi di sostegno saranno posti in opera ad un

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

interesse variabile di norma tra 0,80 e 1,50 m, sempre in posizione verticale, e raccordate tra loro mediante opportuni distanziali. Ogni centina durante la posa in opera dovrà essere forzata contro le superfici di scavo; se il profilo di scavo risultasse troppo irregolare è necessario interporre, tra l'estradosso della centina e lo scavo, e ad un interesse massimo di 0,50 m, dei blocchetti di legno (10x10 cm) di spessore variabile coadiuvati da cunei pur essi in legno; in corrispondenza di extrascavi maggiori di 15 cm potranno essere impiegati allo scopo elementi tondi in legno del diametro massimo di 20 cm disposti radialmente. In ogni caso viene tassativamente escluso l'impiego dei longheroni.

L'impiego eventuale di centine per sagome di scavo a profilo variabile o per l'impostazione di imbocchi o per scavi con sagome speciali, vengono compensate con il medesimo prezzo di cui sopra, senza possibilità di ulteriori compensi od indennizzi.

e) Betoncino proiettato

Il betoncino proiettato sarà realizzato con inerti del diametro massimo compreso tra 10 e 15 mm. Di norma il betoncino spruzzato viene impiegato come priverivestimento resistente e provvisorio del cavo, in combinazione con la rete metallica, con rete metallica + bulloni o chiodi, ovvero con rete + centine metalliche. Lo spessore di questo rivestimento provvisorio varia da un minimo di 3 cm ad uno massimo di 10 cm, a seconda delle condizioni al contorno (natura del terreno, carichi litostatici, pressioni idrostatiche, ecc.)

## **17.5 ESAURIMENTO D'ACQUA NEI LAVORI IN SOTTERRANEO**

L' Appaltatore è a conoscenza che lo scavo delle gallerie verrà eseguito a scendere e dunque le acque dovranno essere pompate. Ciò detto le acque che verranno incontrate durante gli scavi in sotterraneo, qualunque sia la loro quantità, distribuzione e portata, dovranno essere raccolte ed estratte a cura e spese dell'Appaltatore. I sistemi ed i mezzi da adottare dovranno essere i più sicuri ed idonei per mantenere i lavori perfettamente liberi dall'acqua e per evitare ogni intralcio al normale svolgimento delle operazioni ed ogni danno alle opere in costruzione.

Nel caso in cui siano necessari sollevamenti meccanici l'Appaltatore dovrà provvedere idonee riserve di mezzi e di forza motrice in modo da garantire che, in qualsiasi eventualità, il lavoro non abbia a subire interruzioni.

## **17.6 VENTILAZIONE**

I cantieri interni delle gallerie, sia di scavo che di muratura od accessori, devono essere costantemente ventilati mediante appositi impianti di ventilazione, in maniera da mantenere sempre buone condizioni per la respirazione degli operai e da assicurare prontamente l'evacuazione dei fumi delle mine e dell'aria inquinata. I ventilatori ed i relativi canali di condotta dell'aria devono avere dimensioni proporzionate all'uopo.

Quando le macchine impiegate per gli esaurimenti di acqua e per ventilazione non raggiungono l'effetto necessario, sia per la loro insufficienza, di fronte ad aumentate difficoltà, sia per guasti in esse avvenuti, sia anche per diminuzione di efficacia dipendenti dall'uso, l'Appaltatore deve modificarle o cambiarle con altre perfettamente adatte all'uopo.

Quando nell'atmosfera della galleria esistano pulviscoli comunque dannosi alla respirazione degli operai, dovranno essere adottati tutti quegli accorgimenti utili (maschere, annaffiamento, ecc.) ed osservare tutte le prescrizioni di legge per la tutela degli operai. Massima cura dovrà essere posta nella risoluzione del problema dell'inquinamento dell'aria in galleria a mezzo di fumo e gas prodotti dagli automezzi di trasporto.

In ogni caso l'Appaltatore è tenuto ad osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, e quelle che possano all'uopo essere emanate prima e dopo la consegna dei lavori ed in particolare le disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza Operativo approvato.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **17.7 ILLUMINAZIONE**

Tutti indistintamente i lavori che si eseguono in galleria e tutto il cantiere all'aperto, devono essere convenientemente illuminati. A questo scopo devono essere collocati nei diversi cantieri, e dovunque si ravvisi necessario, luci fisse, in quantità opportuna. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto ad osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, e quelle che possano all'uopo essere emanate prima e dopo la consegna dei lavori ed in particolare le disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza Operativo approvato sia per quanto riguarda i requisiti di illuminazione, misure contro l'elettrocuzione in ambienti umidi e pericolo di esplosione.

### **17.8 PERFORAZIONI MECCANICHE IN SOTTERRANEO**

Il progetto relativo ai sistemi, modalità ed attrezzature di perforazione deve essere sottoposto alla approvazione della D.L., e deve contenere indicazioni precise sulle dimensioni, le lunghezze e le direzioni delle perforazioni, nonché sulle attrezzature ed i metodi operativi. In ogni modo l'approvazione del Direttore dei Lavori non menoma minimamente la responsabilità dell'Appaltatore.

Nel caso che le macchine ed i sistemi di perforazione adottati, per qualunque causa o circostanza, riescano in pratica difettosi e non atti a soddisfare le esigenze del lavoro, l'Appaltatore è obbligato, a sue spese, non solo a rimediare agli inconvenienti verificatisi, introducendo tutte le modifiche ed aggiunte che si ravvisino necessarie, ma altresì a cambiare totalmente detti sistemi adottandone altri più rispondenti allo scopo e che, occorrendo, possono anche essere prescritti dalla Direzione Lavori.

Qualunque sia l'importanza delle suddette modifiche o per cambiamento totale del sistema e delle macchine di perforazione, l'Appaltatore non può avere diritto a reclamare indennità o maggiori compensi oltre i prezzi stabiliti in tariffa per gli scavi eseguiti con perforazione meccanica.

### **17.9 MURATURE IN SOTTERRANEO**

Per l'esecuzione dei getti in galleria, in calcestruzzo semplice od armato, oltre a quanto si prescrive nel presente articolo, devono essere esattamente osservate tutte le norme precedentemente stabilite per i calcestruzzi ordinari ed in cemento armato. Nell'esecuzione dei diversi tratti di rivestimento si dovranno lasciare apposite maschiature, affinché nella costruzione del tratto successivo la muratura di questo possa venire collegata con quello precedente, nello stesso modo con cui lo sarebbe se l'intero rivestimento fosse eseguito in una sola volta; e ciò salvo quelle speciali disposizioni che all'atto pratico vengano per casi particolari impartite dalla D.L. I rivestimenti devono sempre essere spinti sin contro le pareti dello scavo senza eccezione, anche se questo sia maggiore di quello ordinato a meno che non vi sia esplicito ordine contrario della D.L. I rivestimenti devono essere eseguiti in modo da conseguire il rispetto dei profili interni e dei dati di tracciamento. Le tolleranze ammesse saranno le seguenti:

- a) in senso radiale si ammette la tolleranza dello 0.5% (cinque per mille) del diametro;
- b) una stadia rettilinea lunga 4 m poggiata sul profilo finito lungo una qualunque generatrice non deve discostarsi in nessun punto più di un cm dal paramento della galleria;
- c) lo scostamento plano-altimetrico dell'asse reale da quello di progetto non deve superare i 5 cm per chilometro.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 18 CONDOTTE FORZATE**

### **18.1 GENERALITÀ**

Per condotta forzata si intende il complesso comprendente le tubazioni di collegamento tra la vasca di carico dell'impianto e il macchinario idraulico, con eccezione degli organi di intercettazione di monte e di valle.

La presente Specifica Tecnica riguarda le caratteristiche e le prescrizioni di carattere generale relative alla fornitura in opera di condotte forzate in acciaio per impianti idroelettrici, e stabilisce:

- a) le direttive in base alle quali devono essere eseguiti i calcoli di resistenza e di stabilità elastica;
- b) le prescrizioni relative ai processi costruttivi con particolare riguardo ai materiali da impiegare;
- c) le prescrizioni relative alle prove che saranno effettuate in officina ed in opera;
- d) la normativa applicabile.

Deroghe e precisazioni alla presente specifica saranno eventualmente contenute nel capitolato speciale d'appalto allegato al progetto esecutivo.

### **18.2 ESTENSIONE DELLA FORNITURA**

Si intendono a carico dell'appaltatore tutte quelle parti necessarie per fornire la condotta forzata in opera, funzionante e completa.

#### **18.2.1 Parti e componenti**

Sono considerate parti e componenti della condotta forzata:

- a) le tubazioni principali;
- b) i pezzi speciali (curve, collettori, distributori, biforcazioni, ecc.);
- c) tutti gli elementi funzionali al montaggio, alle prove, al servizio e alla manutenzione; la definizione di questi elementi, denominati genericamente accessori, viene precisata nel capitolato.

#### **18.2.2 Prestazioni e servizi**

Sono di norma comprese nella fornitura le seguenti prestazioni e servizi:

- a) verifica dati d'ingresso e rilievi;
- b) progettazione e verifica, compresi gli sforzi verso le opere civili;
- c) costruzione delle parti e dei componenti;
- d) prove, controlli e collaudi in officina;
- e) trasporto dall'officina al cantiere;
- f) montaggio in opera, comprese le opere provvisorie e le attrezzature di montaggio;
- g) rivestimenti protettivi;
- h) prove, controlli e collaudi finali in cantiere;
- i) ripiegamento del cantiere.

#### **18.2.3 Sistema di qualità**

La fornitura sarà realizzata nel suo complesso secondo un Sistema Qualità, rispondente alle norme UNI EN ISO 9001 e 9002. Dovrà quindi essere previsto il complesso delle azioni sistematiche e pianificate che permettano di garantire la realizzazione della fornitura in accordo con le prescrizioni.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **18.2.4 Programmazione**

Per la programmazione temporale degli interventi si rimanda al Programma Cronologico che verrà allegato al progetto esecutivo.

### **18.3 NORME, PRESCRIZIONI, PROGETTO, DISEGNI E DOCUMENTAZIONE**

#### **18.3.1 Norme e Prescrizioni**

Il dimensionamento degli elementi, le verifiche di resistenza e di stabilità della struttura sarà effettuato in accordo alla presente specifica ed alle seguenti normative:

- Norme tecniche relative alle tubazioni, DM 12/12/85;
- Circolare n. 27291 del Ministero dei Lavori Pubblici relativa al DM 12/12/85;
- Norma CNR UNI 10011 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

CNR UNI 10011	UNI 556	UNI 560
UNI 1955	UNI 3158	UNI 4010
UNI 4714	UNI 5132	UNI 6363
UNI 7278	UNI 7704	UNI 7746
UNI 8374	UNI 8387	UNI 8572/1/3
UNI 8929	UNI 8930	UNI 11001
UNI EU 18	UNI EU 160	UNIEN 287/1
UNI EN 288/1/2/3	UNI EN 10113/1/2/3	UNI EN 10021
UNI EN 10025	UNI EN 10029	UNI EN 10204
UNI EN ISO 9001		
API 5L Raccolta S dell'ISPESL	ASTM A 275	

Tutte Le norme richiamate saranno adottate nell'edizione o revisione vigente alla data di richiesta d'offerta.

#### **18.3.2 Progetto, Disegni e Documentazione**

##### a) Progetto

Successivamente all'assegnazione e nei termini temporali previsti contrattualmente, l'appaltatore dovrà sottoporre alla direzione lavori tre copie dei seguenti elaborati:

- rilievo topografico di dettaglio e relativo posizionamento dei picchetti lungo il tracciato della condotta;
- disegni costruttivi riportanti eventuali modifiche e/o migliorie, con relativi calcoli definitivi accompagnati dalla Relazione Descrittiva indicante i metodi d'esecuzione dei lavori in posto.
- disegni generali di installazione riportanti eventuali modifiche e/o migliorie, con tutti i dati occorrenti alla chiara comprensione dei collegamenti fra struttura metallica e civile.

Su tutti i disegni costruttivi dovranno essere indicate le marche e/o le ditte dei componenti commerciali con le relative qualità dei materiali.

##### b) Disegni

l'appaltatore dovrà fornire alla direzione lavori, prima del collaudo in opera, tre copie su carta di tutti i disegni relativi al progetto ed integrati con le varianti effettuate nel corso dei lavori, in modo da dare un'esatta documentazione delle parti d'impianto realizzate.

Di tutti i disegni, inoltre, l'appaltatore dovrà provvedere a fornire, per quanto possibile, copia su supporto magnetico realizzata in formato DWG o DXF; in alternativa, o per le parti non sviluppate su tale software, la copia dovrà essere riproducibile.

##### c) Documentazione

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

l'appaltatore dovrà provvedere alla presentazione di documentazione con elencati i controlli di accettazione sulle strutture, comprendenti:

- piano controlli e collaudi
- disegni costruttivi
- ciclo di verniciatura e/o zincatura
- apparecchiature di prova, controllo, collaudo.

#### **18.4 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO**

##### **18.4.1 Classificazione delle condotte**

Le tubazioni impiegate nella costruzione delle condotte forzate vengono classificate in funzione del carico specifico  $H * D$ , dove sono:

- $H$  altezza della colonna d'acqua in metri relativa al massimo livello statico, aumentata della sovrappressione del colpo d'ariete;
- $D$  diametro interno medio della tubazione espresso in metri.

Le condotte forzate vengono divise in 2 classi: classe A e classe B secondo il loro campo d'uso:

- Classe A:  $H * D > 220$ ;
- Classe B:  $H * D < 220$ .

Per la classe A devono essere utilizzati tubi appositamente calandrati e saldati in caldareria.

Per la classe B possono essere utilizzati anche tubi commerciali, con saldatura longitudinale o elicoidale o senza saldatura.

La condotta forzata in questo caso rientra nella classe B.

##### **18.4.2 Progettazione strutturale**

###### **Metodi di calcolo**

La determinazione delle sollecitazioni nei singoli elementi delle condotte e delle strutture accessorie delle parti in pressione deve essere effettuata con il metodo relativo alle ipotesi di comportamento elastico lineare dei materiali. Saranno consentiti altri metodi di verifica previo benessere della D.L., purché l'affidabilità del metodo sia sicuramente accertata.

Per le parti più complesse, e quando la sicura determinazione dello stato di sollecitazione sia fondamentale per la sicurezza della condotta, si deve fare ricorso ad uno dei due metodi qui indicati:

- a) Analisi con metodi di discretizzazione strutturale (elementi finiti, differenze finite, ecc.) e/o analisi sul modello fisico;
- b) Analisi elastico lineare con maggiorazione del 10% del coefficiente di sicurezza;

Per le parti di minore importanza si potrà, in alternativa al calcolo rigoroso, ricorrere a soluzioni approssimate assumendo un coefficiente di sicurezza maggiorato del 20%.

Le sollecitazioni dovute a perturbazioni locali, provocate da aperture di grandi dimensioni per passi d'uomo o simili, da appoggi concentrati, da attacchi flangiati, staffe di rinforzo, diramazioni, devono anch'esse venire compiutamente calcolate ai fini della verifica di resistenza del materiale nella zona perturbata.

##### **18.4.3 Condizioni di carico**

Le azioni di diversa natura che inducono sollecitazioni negli elementi delle condotte devono essere determinate per le tre seguenti condizioni di carico:

- a) condizione di carico normale;
- b) condizione di carico saltuaria;
- c) condizione di carico eccezionale.

Per ogni condizione di carico lo stato di sollecitazione in ogni punto della condotta sarà determinato cumulando le azioni nel modo più sfavorevole.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**a) Condizione di carico normale**

Le azioni comprese in questa condizione di carico sono quelle agenti durante il normale esercizio della condotta, e precisamente:

1. pressione interna massima (pressione di calcolo). In ogni sezione della condotta è la maggiore di quelle di seguito definite:
  - pressione corrispondente al livello statico massimo nella vasca di carico aumentata della sovrappressione di colpo d'ariete massima di esercizio; tale sovrappressione sarà considerata variabile linearmente lungo lo sviluppo della condotta secondo la seguente legge:

$$Dp = (Dpmax) * (X/L)$$

dove sono:

- Dp: sovrappressione di colpo d'ariete in corrispondenza della sezione X;
- Dpmax: sovrappressione in corrispondenza dell'organo di chiusura delle macchine;
- X: distanza, misurata lungo l'asse della condotta, tra la vasca di carico o il pozzo piezometrico e la sezione in esame;
- L: lunghezza complessiva della condotta fino all'organo di chiusura delle macchine.

La sovrappressione di colpo d'ariete Dpmax da considerare in corrispondenza dell'organo di chiusura delle macchine non può, in ogni caso, essere assunta inferiore al 20% della pressione statica massima agente in quel punto;

- pressione corrispondente al livello statico massimo nella vasca di carico o nel pozzo piezometrico aumentata della sovrappressione corrispondente all'oscillazione massima del livello nei transitori di moto vario.
2. peso della tubazione e dell'acqua in essa contenuta;
  3. azioni derivanti da materiali di ricoprimento;
  4. azioni di neve e vento valutate in accordo a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge;
  5. azioni derivanti dall'attrito sulle selle di appoggio e nei giunti di dilatazione; per il calcolo delle conseguenti forze longitudinali si devono adottare coefficienti d'attrito non inferiori ai seguenti valori:

appoggi su rulli	0,10
appoggi su teflon	0,15
appoggi metallici con altri inserti autolubrificanti	0,20
appoggi realizzati tra superfici metalliche non lubrificate	0,40
giunti di dilatazione in neoprene	0,30
giunti di dilatazione in corda grassa	0,80

6. per le condotte prive di giunti di dilatazione, azioni derivanti da impedita dilatazione termica (effetto Poisson).

La variazione termica da mettere in conto, per ogni tratto compreso tra due blocchi d'ancoraggio, è la differenza massima che si può presentare nel metallo tra la sua temperatura di esercizio con condotta piena d'acqua e quella alla quale è avvenuta la chiusura del giunto del medesimo tratto.

Detta variazione non può comunque essere assunta inferiore a  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ;

7. azioni dovute a spinte idrauliche su fondi, variazioni di sezione, curve, etc.

Le azioni di cui ai punti 1, 2, 3, 6 (limitatamente all'effetto Poisson) e 7 sono da considerarsi permanenti (e quindi sempre presenti); le restanti sono da considerarsi accidentali.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**b) Condizione di carico saltuaria**

Le azioni comprese in questa condizione di carico sono quelle agenti a tubazione vuota e durante il riempimento e lo svuotamento della condotta, e precisamente:

1. peso della tubazione;
2. peso dell'acqua contenuta nella tubazione;
3. azioni derivanti da materiali di ricoprimento;
4. azioni di neve e vento valutate in accordo a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge;
5. azioni derivanti dall'attrito sulle selle d'appoggio e nei giunti di dilatazione, valutate secondo i criteri esposti al punto precedente;
6. per le condotte prive di giunti di dilatazione, azioni derivanti da variazione termica.

La variazione termica da metter in conto, per ogni tratto compreso tra due blocchi d'ancoraggio, è la differenza massima che si può presentare nel metallo tra la sua temperatura a condotta vuota e quella alla quale è avvenuta la chiusura dell'ultimo giunto del medesimo tratto.

Tale variazione non può comunque essere assunta inferiore a  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  per le tubazioni all'aperto e a  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  per quelle interrate o installate in galleria.

Si precisa che in questa condizione di carico le pressioni relative interna ed esterna alla condotta si assumono convenzionalmente nulle.

Le azioni di cui ai punti 1 e 3 sono da considerarsi permanenti, le restanti sono da considerarsi accidentali.

**c) Condizione di carico eccezionale**

Le azioni comprese in questa condizione di carico sono quelle agenti solo eccezionalmente e si ottengono combinando:

- le azioni agenti nella condizione di carico normale (solo quelle a carattere permanente) con quelle di carattere eccezionale;
- le azioni agenti nella condizione di carico saltuario con quelle di carattere eccezionale.

Le azioni di carattere eccezionale vengono considerate di tipo accidentale e sono le seguenti:

1. per le condotte all'aperto o libere in galleria, la depressione all'interno delle tubazioni provocata dal mancato funzionamento dei tubi piezometrici o delle valvole di entrata d'aria in occasione della chiusura dell'organo di intercettazione, posto all'imbocco delle condotte. Per tale depressione si deve assumere il valore di 100 kPa;
2. per le condotte in roccia bloccate con calcestruzzo, oppure interrate, le pressioni esterne provocate da eventuali falde acquifere, in concomitanza con il vuoto all'interno delle tubazioni per mancata entrata d'aria durante il loro svuotamento;
3. le sovrappressioni conseguenti alle prove idrauliche in officina e in opera;
4. le sovrappressioni dovute al difettoso funzionamento degli organi di regolazione delle macchine;
5. per le condotte installate in zona sismica, le azioni (da non considerarsi mai contemporaneamente a quelle dovute al vento) previste dalla vigente normativa in merito, nell'ipotesi di tubazione piena d'acqua;
6. le azioni derivanti da particolari condizioni di trasporto e montaggio, cementazione di tubi intasati e iniezioni a tergo dei rivestimenti metallici.

Nei calcoli le azioni da 1 a 6 sopra riportate non devono mai essere considerate concomitanti; l'unica azione da considerarsi permanente, e quindi sempre presente, è quella dovuta al peso della condotta.

Nelle verifiche di condotte interrate o in roccia bloccate in calcestruzzo potrà essere considerato agli effetti del carico esterno il fattore stabilizzante dovuto al terreno o al calcestruzzo circostante; le formule utilizzate dovranno essere ben conosciute e dovranno tener conto, in caso di terreno sciolto, dell'effettiva compattazione di questo.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **18.4.4 Verifiche di resistenza e stabilità**

Lo stato di sollecitazione del materiale della condotta deve essere completamente definito mediante la determinazione delle tre tensioni principali  $s_1$ ,  $s_2$  e  $s_3$  per le condizioni di carico prescritte al punto 17.4.3.

Per la verifica della resistenza si calcola, in ogni punto e per ogni condizione di carico, secondo i criteri precisati in seguito una tensione monoassiale equivalente da confrontare, attraverso un coefficiente di sicurezza, definito al punto 17.4.4.a), con il carico unitario di snervamento (o di scostamento dalla proporzionalità) del materiale.

La tensione equivalente  $\sigma_E$  deve essere calcolata con la formula di Hencky-von Mises, che definisce il lavoro di cambiamento di forma a volume costante nel punto più sollecitato del materiale:

$$\sigma_E = \sqrt{[\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2 * \sigma_3 + \sigma_3 * \sigma_1]}$$

Nei tubi dritti o con piccola curvatura si può ammettere che le tre sollecitazioni principali agiscano rispettivamente nelle direzioni circonferenziale, longitudinale e radiale. Inoltre la sollecitazione radiale, data la sua esiguità, può essere trascurata.

Lo stato di sollecitazione nel materiale si riduce così, per questi tubi, a uno stato piano caratterizzato dalle tensioni principali  $\sigma_C$  e  $\sigma_L$  agenti rispettivamente nelle direzioni circonferenziale e longitudinale. La tensione equivalente  $\sigma_E$  si ricava quindi con la formula semplificata:

$$\sigma_E = \sqrt{[\sigma_C^2 + \sigma_L^2 + \sigma_C * \sigma_L]}$$

Oltre alle verifiche di resistenza, si devono anche effettuare le verifiche di stabilità elastica della condotta per ciascuna condizione di carico.

a) Coefficienti di sicurezza

$\sigma_E$  deve risultare non superiore al minore dei seguenti valori:

$$\frac{R_s}{k} \text{ oppure } \frac{0,2 \cdot R_p}{k}; \frac{0,9 \cdot R_m}{k}$$

dove  $k$  è il "coefficiente di sicurezza" per le verifiche di resistenza; tale coefficiente  $k$  viene stabilito in funzione della condizione di carico (normale, saltuaria o eccezionale), dalle caratteristiche del materiale, dalla rigosità del metodo di calcolo assunto per la determinazione dello stato di sollecitazione, dal tipo di sollecitazione.

Nei punti in cui si abbiano sollecitazioni dovute a perturbazioni locali, definite al punto Parte 17.4.2.a), il coefficiente di sicurezza  $k$  non deve risultare inferiore a 1 nella condizione di carico più sfavorevole.

b) Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico normale

1. Il coefficiente di sicurezza  $k_s$  per le verifiche di stabilità elastica, che in questo caso è di maggiorazione dei carichi agenti, deve essere, salvo nel caso precisato al punto Parte 17.4.4.d):

$$k \geq 2$$

Nelle verifiche di resistenza si deve assumere:

- per le lamiere, per gli anelli di blindaggio, per i tubi senza saldatura, per i tubi con saldatura longitudinale e/o elicoidale, per i profilati di rinforzo:

$$k \geq 1.9$$

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- per i pezzi fucinati  
 $k \geq 2,3$

3. I pezzi di minore importanza possono essere verificati in alternativa al metodo rigoroso con coefficienti di sicurezza maggiorati come da punto Parte 17.4.2.a).
4. Gli elementi dei collettori e dei distributori, se calcolati mediante analisi elastico lineare saranno verificati con coefficienti di sicurezza come da punto Parte 17.4.2.a).

c) Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico saltuaria  
Per le verifiche di resistenza relative alla condizione di carico saltuaria si devono assumere coefficienti di sicurezza pari a 0,8 volte quelli corrispondenti assunti per la condizione di carico normale.

- d) Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico eccezionale
1. Per le verifiche di resistenza relative alla condizione di carico eccezionale si devono assumere, salvo quanto precisato ai punti 2 e 3 del presente paragrafo, coefficienti di sicurezza pari a 0,6 volte quelli corrispondenti assunti per la condizione di carico normale e comunque non inferiori a 1,25.
  2. Nelle verifiche di stabilità elastiche relative alla formazione di eventuali depressioni all'interno delle condotte all'aperto o libere in galleria, si richiede che la pressione critica del tubo sia pari almeno a 200 kPa. Applicando la medesima azione, si deve anche procedere alla verifica di resistenza: per essa si deve prevedere un'ovalizzazione del tubo, definita come la massima differenza di lunghezza di due diametri circa tra loro perpendicolari, non inferiore a 0,01 d (diametro interno della tubazione). Il relativo coefficiente di sicurezza si assume pari a 1,5.
  3. Nelle verifiche di condotte bloccate in roccia con calcestruzzo oppure interrate, relative alle sollecitazioni derivanti da pressioni di falde di acqua esterne (punto Parte 17.4.3.c)), si deve assumere:
    - per le verifiche di resistenza:  $k \geq 1,5$
    - per le verifiche di stabilità:  $k \geq 1,5$

In ciascun punto della condotta il carico idrostatico esterno, in metri d'acqua, sarà assunto pari almeno alla copertura rocciosa o di terreno misurata in verticale, aumentata di 10 m per tenere conto della possibilità di una concomitante pressione nulla all'interno della condotta.

Per le condotte bloccate in roccia l'intercapedine fra tubo e calcestruzzo non può essere assunta inferiore a  $0,001 \cdot D$ . Quando siano eseguite iniezioni di intasamento con malta di cemento di bloccaggio della condotta; se non vengono previste iniezioni, si deve valutare caso per caso l'intercapedine derivante dal ritiro del calcestruzzo che deve essere sommata a quella già indicata.

Nelle verifiche di resistenza si deve anche mettere in conto la ovalizzazione del tubo dipendente dai processi costruttivi e dalle sollecitazioni di trasporto e messa in opera; in ogni caso essa non può essere assunta inferiore a  $0,01 \cdot D$ .

e) Spessore dei tubi  
Nelle verifiche di resistenza e di stabilità elastica, salvo il caso di sollecitazioni derivanti dai carichi di cui al punto Parte 17.4.3.c), gli spessori da mettere in conto devono essere quelli risultanti dalla verifica di calcolo, arrotondati all'intero superiore, al netto di sovrassessori di usura.

I sovrassessori di usura devono essere non meno di 1 mm nei tratti dritti e 2 mm nei tratti curvi e nei pezzi speciali.

Lo spessore minimo delle lamiere, comprensivo del sovrassessore di usura, non può essere comunque inferiore ad 5 mm.

f) Saldature

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Per le saldature a completa penetrazione si può applicare un coefficiente di efficienza pari a 1, a condizione che tali saldature siano comunque sottoposte a trattamento termico di distensione e che i tubi siano provati idraulicamente.

Per le saldature ad angolo, il calcolo deve essere eseguito con riferimento a quanto prescritto per tale tipo di saldature dalla norma CNR UNI 10011.

g) Dati per il dimensionamento delle opere civili

Le azioni agenti sui blocchi di ancoraggio e sulle selle di appoggio devono essere determinate in modulo, direzione e verso separatamente per ogni azione elementare, comprese quelle in fase di montaggio. Devono inoltre essere indicati i valori di pressione per le iniezioni per il bloccaggio dei tubi intasati in roccia.

## **18.5 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

### **18.5.1 Materiali**

Materiali riferibili a normativa diversa da quella prescritta potranno essere approvati dalla D.L. a parità di caratteristiche con quelle previste nella presente specifica.

a) Le lamiere per le tubazioni di classe A devono essere prodotte in conformità alla norma UNI EN 10113/1/2/3 ed avere il requisito di resilienza kV a -20°C non inferiore rispettivamente a 47J e 27J.

b) Per le condotte di classe B possono essere adottati tubi con saldatura longitudinale od elicoidale o tubi senza saldatura, in conformità alla norma UNI 6363 o API 5L; nei paragrafi seguenti sono definite integrazioni o precisazione alla fornitura di tubi saldati o senza saldatura.

Le lamiere per la produzione dei tubi utilizzati per la realizzazione di condotte di classe B saranno conformi alla norma UNI 10113/1/2/3 o alla norma UNI 10025 e dovranno presentare il valore della resilienza kV a 0°C non inferiore a 27J. Le parti accessorie devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 10025.

La saldatura longitudinale o elicoidale sarà ottenuta con procedimento ad arco sommerso (viene escluso il procedimento di saldatura per accostamento).

c) I giunti di dilatazione a cannocchiale dovranno avere la superficie di scorrimento e tenuta in materiale inossidabile; è ammessa la placatura mediante riporto di saldatura.

### **18.5.2 Saldature**

a) Procedure di saldatura

Le qualifiche delle procedure di saldatura (inclusi i rapporti di saldatura) saranno effettuate in accordo con quanto prescritto dalla UNI EN 288/1, /2 e /3, mentre le qualifiche dei saldatori ed operatori saranno in accordo con quanto prescritto dalla UNI EN 287/1.

I saldatori e gli operatori devono possedere un certificato di qualità relativo al tipo di lavoro e di procedura di saldatura richiesta, rilasciato da un Ente Ufficiale (Istituto Italiano della Saldatura, RINA, Lloyd's Register, ecc.).

Il procedimento di saldatura dovrà essere tale da garantire una resilienza KV a 0°C in ZF e in ZTA non inferiore ai valori prescritti dalle citate norme. Per il preriscaldamento ed il postriscaldamento valgono le prescrizioni del paragrafo S.7.A.2 della raccolta S dell'ISPESL. Il trattamento termico postriscaldamento sarà previsto nei casi e con le modalità di cui alla tabella S.8.A.1 della raccolta S dell'ISPESL.

Il trattamento termico di distensione sarà comunque eseguito sulle saldature dei pezzi speciali.

b) Esecuzione delle giunzioni saldate

Le tubazioni devono essere formate da virole in lamiera d'acciaio saldato mediante saldatura di testa o, se espressamente approvato dalla D.L., a bicchiere. Le saldature devono essere sfalsate, da virola a virola, con sfalsamento minimo pari a 4 volte lo spessore.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Per la configurazione dei lembi da saldare di testa, vale quanto prescritto dalla norma UNI 11001.

I lembi da saldare di testa devono essere completamente esenti da sfogliature, cricche o incisioni, ruggine, calamina, umidità; verranno pertanto sottoposti ai controlli di cui al punto 17.7.2.c) e saranno adeguatamente protetti.

Quando la temperatura degli elementi da saldare è inferiore a +5°C o quando si abbia eccessiva ventilazione, le operazioni di saldatura si devono eseguire con appropriati accorgimenti affinché il raffreddamento sia sufficientemente lento.

Le saldature di testa devono essere riprese a rovescio dopo pulizia e molatura della radice. Quando l'accessibilità non lo consente, si devono adottare le precauzioni per garantire una completa penetrazione della prima passata. L'impiego del piatto di sostegno è ammesso solo per condotte bloccate in roccia.

Per le saldature manuali, si devono adottare esclusivamente elettrodi a rivestimento basico, di tipo approvato da un Ente Ufficiale (Istituto Italiano della Saldatura, RINA, Lloyd's Register, ecc.). Le caratteristiche devono essere conformi a quanto prescritto nella UNI 5132. Gli elettrodi devono essere preservati dall'umidità mediante adatti contenitori e, se non perfettamente asciutti, devono prima dell'impiego essere essiccati ad una temperatura di almeno 450°C e mantenuti in fornelli portatili prima a circa 80°C.

Per le saldature dei cavallotti di allineamento e di altre appendici, deve essere fatta con taglio di mola con successivo controllo magnetoscopico con liquidi penetranti.

c) Riparazione delle saldature

Le procedure di riparazione saranno sottoposte ad approvazione.

**18.5.3 Tolleranze**

a) Lamiere

Le tolleranze dimensionali, di forma e di massa devono essere conformi alla norma UNI EN 10029. L'aspetto delle superfici deve corrispondere a quanto prescritto nella norma UNI EN 10021.

b) Tubi

*- Tubi di caldareria e commerciali*

Il diametro medio interno di ogni tubo o elemento, determinato attraverso la misura dello sviluppo esterno alle due estremità e dello spessore, non deve discostarsi dal diametro teorico più del  $\pm 0,3\%$ , con un massimo di 5mm.

L'ovalizzazione di ogni tubo o elemento, definita dalla massima differenza di due diametri tra loro perpendicolari, non può essere maggiore di  $0,01 \cdot D$ .

*- Tubi senza saldatura*

Sui tubi forniti con estremità calibrate verranno applicate le tolleranze previste alla norma UNI 6363 con le seguenti precisazioni:

Il diametro interno di ogni tubo o elemento, non dovrà essere inferiore al diametro nominale di progetto;

Lo spessore minimo di fornitura non potrà essere inferiore allo spessore nominale di progetto;

c) Profilati

Le tolleranze dimensionali sono quelle prescritte, in funzione del tipo di profilato, dalle norme elencate al paragrafo 2.2 della UNI EN 10025 e al paragrafo 2.2 della EN 10113/1.

Per gli anelli di rinforzo calandrati a freddo, quando lo stiramento della fibra esterna supera l'8%, viene richiesto il trattamento termico di distensione.

Per i fondi stampati a freddo viene richiesto il trattamento termico di distensione.

Per la formatura a caldo si rimanda alla Raccolta S dell'ISPESL.

d) Giunzioni saldate

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Nelle saldature di testa dei tubi costituiti da lamiere di uguale spessore, lo livellamento non deve essere maggiore, su ciascun lato della parete, di un cinquantesimo dello spessore più 1 mm per le giunzioni longitudinali e di un trentesimo più 2 mm per quelle circolari.

Il sovrappessore dei cordoni di saldatura deve essere inferiore a un decimo della loro larghezza teorica in superficie più 1 mm, con un massimo di 6 mm all'esterno del tubo e di 3 mm all'interno.

Lo spessore del giunto saldato non deve risultare inferiore a quello del materiale base adiacente. La differenza di sviluppo esterno delle estremità di due elementi adiacenti da saldare in opera non può essere maggiore dello 0,3%.

e) Giunti di dilatazione a cannocchiale

Il fornitore definirà in offerta le tolleranze dimensionali e le caratteristiche superficiali dei giunti di dilatazione a cannocchiale.

f) Massa

Sulla massa teorica di ogni tubo o elemento, come risulta dalla distinta derivante dal progetto definitivo, è ammessa una variazione in meno del 5%. Al superamento di tale tolleranza sarà facoltà del cliente di scartare il componente.

## **18.6 MONTAGGIE ATTIVAZIONE**

Devono essere adottate misure precauzionali, quali ripari contro il vento e le precipitazioni atmosferiche e preriscaldi in presenza di basse temperature, atte a consentire la continuità dei lavori anche in condizioni ambientali sfavorevoli.

L'asse reale della condotta deve seguire il tracciato teorico con una tolleranza di  $\pm 30$  mm ogni 100 m lineari e con un massimo di 80 mm su ciascun tratto rettilineo.

Salvo diversamente indicato nel Disciplinare Tecnico i giunti saldati in opera devono essere sottoposti ai medesimi controlli non distruttivi previsti per le saldature eseguite in officina.

Le piastre e le contropiastre delle selle di appoggio non devono essere saldate direttamente tra loro.

Deve essere garantita la continuità metallica delle condotte e delle altre parti componenti e l'adeguatezza degli attacchi per il collegamento di messa a terra in accordo alla vigente normativa CEI.

## **18.7 PROVE E COLLAUDI**

### **18.7.1 Analisi chimica e prove meccaniche**

a) Analisi chimica

Deve essere verificata la rispondenza alle norme e certificata la composizione chimica di ogni componente per ciascun lotto di colata.

b) Verifica delle caratteristiche meccaniche

La conformità dei materiali metallici verrà verificata mediante controllo specifico in conformità alla norma UNI EN 10021.

La certificazione di collaudo sarà conforme al punto 3.1.B della norma UNI EN 10204; il cliente si riserva di assistere all'esecuzione delle prove di collaudo.

- Lamiere

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Valgono le prescrizioni delle norme EN 10113 e UNI EN 10025, con la seguente precisazione:  
In accordo a quanto previsto nella norma UNI EN 10025, per i prodotti di spessore maggiore di 30 mm, le provette di resilienza devono essere prelevate in corrispondenza di un quarto dello spessore.

- Flange, manicotti, fucinati

Per ciascuna colata si devono prevedere due pezzi aventi sovrametallo tale da consentire il prelievo di un saggio, fucinato e trattato insieme al pezzo, da cui ricavare, mediante lavorazione meccanica a freddo, una provetta di trazione e tre provette di resilienza, secondo le modalità previste dalla norma UNI 7746.

- Barre per tiranti, bulloni e dadi

Tutte le barre appartenenti alla stessa colata si devono raggruppare in lotti di non più di 100 pezzi, e da ogni lotto deve essere prelevata una barra.

Da ciascuna delle barre prelevate si devono ricavare ad una estremità una provetta di trazione e tre provette di resilienza, prelevate secondo le modalità previste dalla norma UNI 7746.

- Tubi senza saldatura

I ogni colata verrà certificata l'analisi chimica ed eseguito la verifica delle caratteristiche meccaniche prelevando il seguente numero di saggi:

- a) n. 1 prova a trazione
  - b) n. 2 prove di piegatura;
  - c) n. 6 prove di resilienza (n. 3 longitudinali e n. 3 trasversali)
- Anelli di blindaggio

Tutti gli anelli appartenenti alla stessa colata si devono raggruppare in lotti di non più di 100 pezzi; da ogni lotto deve essere prelevato un anello.

Da ciascuno degli anelli prelevati si devono ricavare:

- a) n°2 provette di trazione cilindriche secondo UNI 556 ottenute dallo stesso saggio, tra loro parallele, di cui una posta al centro della sezione trasversale dell'anello e l'altra tangenzialmente alla superficie cilindrica interna, secondo lo schema di fig.1. Ove questo non sia possibile per le ridotte dimensioni trasversali dell'anello, le due provette devono essere ricavate una di seguito all'altra.
- b) n°2 provette di resilienza secondo UNI 4714.

Per anelli di massa unitaria superiore a 150 kg, i prelievi dei saggi da sottoporre a prove possono essere eseguiti, per ciascuna colata, su un anello avente la stessa sezione trasversale degli anelli da collaudare, ma di circa 1 m di diametro interno, ricavato da un lingotto della stessa colata.

Devono essere eseguite prove di durezza Brinell secondo la UNI 560 su tutti gli anelli di blindaggio. Il valore della durezza di ogni anello provato deve essere compreso nei limiti indicati al punto Parte 18.5.1 per l'acciaio utilizzato.

- Profilati

Per tutti i profilati valgono le prescrizioni della norma UNI EN 10025 e della norma UNI EN 10113/1.

- Saldature

Le prove meccaniche relative alle qualifiche dei procedimenti di saldatura (inclusi i riporti di saldatura), e dei saldatori, saranno effettuate in accordo con quanto prescritto dalle norme UNI 287/1, UNI 288/1/2/3 e secondo quanto previsto al punto Parte 18.5.2.a) i provini per le prove di resilienza saranno prelevati in ZTA e ZF a metà spessore, in senso trasversale alla saldatura e con intaglio a V parallelo all'asse della saldatura.

Per quanto riguarda le prove meccaniche sui talloni delle saldature di produzione si deve provare una saldatura longitudinale per ogni lotto di non più di 10 virole dello stesso gruppo di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

spessori (Si intendono virole o tubi dello stesso gruppo di spessori quelli il cui spessore non differisce più di 5 mm).

Le virole o i tubi da provare devono portare saldate ad una estremità due strisce di lamiera affiancate, in prosecuzione della linea di saldatura con i lembi preparati come quelli da unire. La saldatura delle due appendici si deve eseguire senza discontinuità insieme alla saldatura della virola e da esse si ricava, mediante lavorazione meccanica a freddo, il saggio per le prove di saldatura che deve essere trattato termicamente insieme al tubo quando questo trattamento sia richiesto.

Le prove meccaniche da eseguirsi sui talloni delle saldature di produzione sono le stesse previste dalla qualifica di procedimento.

c) Riprove

Valgono le prescrizioni delle norme di riferimento.

### **18.7.2 Prove non distruttive**

Le prove saranno normalmente eseguite dopo il trattamento termico di qualità e di distensione, qualora previsto.

Tutte le saldature, eseguite in officina ed in opera, devono essere controllate dopo il loro eventuale trattamento termico.

Nei casi di dubbia interpretazione le prove dovranno essere integrate con metodologie e/o tecniche idonee ad una corretta valutazione.

a) Esame radiografico

Deve essere eseguito sui giunti saldati di spessore sino a 20 mm ed esteso al 100% della lunghezza delle saldature, secondo le modalità previste nella norma UNI 8929.

Il controllo radiografico sarà eseguito anche alle estremità saldate dei tubi commerciali (per tubazioni di classe B) controllati "in linea" con ultrasuoni per una lunghezza di 400 mm.

Per i criteri di accettabilità vale la norma UNI 7278, tabella A2, raggruppamento B per le saldature longitudinali di tutta la fornitura e circonferenziali limitatamente al distributore; raggruppamento E per tutte le altre saldature circonferenziali di testa. Per gli incroci si applicano i criteri di accettabilità delle saldature longitudinali.

b) Esame ultrasonico

- Lamiera

L'esame con ultrasuoni, secondo UNI EU 160 classe A, è richiesto per lamiera di spessore  $\geq$  15 mm.

L'estensione del controllo deve essere quella definita al paragrafo 5.1.b di detta norma.

- Tubi senza saldatura

La totalità della fornitura verrà verificata con l'esecuzione di controllo ultrasonico in conformità alla norma API 5L – SR4.

- Flange, fucinati e tiranti

E' richiesto l'esame ultrasonico secondo UNI 8572/1/3.

- Saldature

Deve essere eseguito su giunti saldati di spessore superiore a 20 mm ed esteso al 100% della lunghezza delle saldature secondo le modalità indicate nella norma UNI 8387.

Valgono i criteri di accettabilità seguenti:

le discontinuità devono essere considerate inaccettabili se l'altezza delle indicazioni eccede il livello di riferimento primario (DAC) e se hanno lunghezza maggiore a:

a) 6 mm per "S" (spessore più sottile del giunto) fino a 19 mm incluso;

b) 1/3 S per "S" compreso tra 19 e 57 mm;

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

c) 19 mm per "S" maggiore di 57 mm.

Qualora le indicazioni siano dovute a cricche, mancanza di fusione o mancanza di penetrazione, devono essere considerate comunque inaccettabili.

Nel caso di saldature di tubazioni di classe A di spessore superiore a 50 mm potranno essere richieste nel Disciplinare Tecnico la registrazione e l'elaborazione automatizzata dei dati dell'esame ultrasonico.

Nel caso di saldature elicoidali e longitudinali di tubi commerciali per tubazioni di classe B è ammesso il controllo "in linea", purché garantisca il rispetto degli standard di accettabilità sopra citati.

c) Esame magnetoscopico

L'esame deve essere condotto con la tecnica delle polveri secche o ad umido, a magnetizzazione circolare in corrente raddrizzata, attenendosi alla seguente normativa:

- Per criteri generali di controllo: norma UNI 8930;
- Per criteri specifici di controllo: norme ASTM A 275 per i fucinati
- Norma UNI 7704 per le saldature.

Si deve estendere al 100% dello sviluppo delle saldature d'angolo relative alle composizioni del piastrame collegato ai distributori ed alle tubazioni soggette a vibrazioni e fenomeni di fatica (vedi punto Parte 18.5.2.b) e/o elencate nel Disciplinare Tecnico.

Per tutte le altre saldature d'angolo, l'estensione del controllo sarà definita nel Disciplinare Tecnico.

Si deve estendere l'esame su tutti i cordoni di saldatura dei pezzi speciali ed alle eventuali zone di rimozione dei cavallotti di allineamento di cui al punto 18.5.2.b).

I criteri di accettabilità per le aree di esame di cui sopra sono i seguenti:

- solo le indicazioni con dimensioni maggiori di 1,6 mm sono considerate rilevanti;
- le seguenti indicazioni rilevanti sono inaccettabili:
  - a) cricche ed indicazioni lineari;
  - b) indicazioni tondeggianti maggiori di 4,8 mm;
  - c) 4 o più indicazioni tondeggianti allineate con distanza minore di 1,6 mm;
  - d) 10 o più indicazioni tondeggianti in ogni 40 cm<sup>2</sup> di superficie, con la maggiore dimensione dell'area non eccedente 150 mm, presa nella posizione più sfavorevole relativamente alle indicazioni da valutare.

Il controllo magnetoscopico deve essere eseguito per le flange ed i tiranti in conformità alle norme citate nel presente paragrafo.

Sulle estremità sgomate dei tubi senza saldatura per verificare l'assenza di indicazioni.

d) Controlli con liquidi penetranti

Gli esami con liquidi penetranti sono richiesti per il controllo della ripresa a rovescio dei giunti saldati e possono essere previsti in alternativa al controllo magnetoscopico di cui al precedente.

Per i criteri generali di controllo vale la norma UNI 8374.

e) Controlli dimensionali e verifiche di massa

Devono essere effettuati i controlli dimensionali e di massa atti a verificare il rispetto delle tolleranze di cui al paragrafo Parte 18.5.3.

f) Controllo degli elettrodi

La verifica delle caratteristiche sarà fatta in accordo a quanto prescritto nella UNI 5132.

Gli elettrodi devono di regola essere utilizzati entro 6 mesi dalla loro fabbricazione, passati i quali può venire richiesta per la loro accettazione una serie di prove.

g) Giunti di dilatazione a cannocchiale

Per gli eventuali giunti di dilatazione a cannocchiale di cui al paragrafo Parte I.E.3.e), il fornitore deve definire il piano e le procedure delle prove non distruttive, da elencarsi nel piano

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

di prove. Tali procedure devono definire anche i criteri di accettazione e sono sottoposte ad approvazione.

h) Prova idraulica in officina

Ciascun elemento della condotta deve essere sottoposto in officina ad una prova idraulica prima di essere inviato al cantiere.

Possono essere provati insieme più elementi contigui, saldati e comunque collegati fra loro.

Per i gomiti formati da spicchi dritti che in esercizio non risultino sollecitati in senso assiale, si possono provare i singoli elementi prima di collegarli tra loro mediante saldature circonferenziali.

Le biforcazioni e i pezzi speciali che in esercizio possono essere sollecitati in senso assiale, devono essere provati nel loro insieme previa chiusura delle luci a mezzo di appositi fondi.

Per le condotte di classe A, la pressione di prova deve essere tale da produrre nei materiali una sollecitazione monoassiale equivalente pari a 0,80 RS essendo RS il carico unitario di snervamento del materiale.

Per le condotte di classe B, la pressione di prova deve essere tale da produrre nei materiali una sollecitazione monoassiale equivalente pari a 0,60 RS.

Per i tubi di caldareria, la pressione deve essere dapprima portata in modo graduale al valore di prova, deve poi essere abbassata al valore di calcolo e mantenuta per il tempo necessario per consentire, ove possibile, il controllo visivo della saldatura; deve infine essere riportata al valore di prova e mantenuta a tale valore per almeno 10 minuti, e comunque per il tempo necessario all'esame attento di tutte le giunzioni saldate.

Per i tubi blindati a freddo, l'operazione di blindatura costituisce anche prova idraulica in officina.

Per i tubi commerciali e tubi senza saldatura, destinati alla realizzazione di condotte di classe B, si adatteranno le modalità di prova idraulica prescritte dalle normative UNI 6363 o API 5L.

Se la prova idraulica rivela deformazioni locali inammissibili, oppure trasudamenti per mancanze di penetrazione, incollature, cricche, porosità o altro, l'elemento difettoso deve essere scartato oppure, se possibile, riparato e ripresentato alla prova.

La prova idraulica degli elementi speciali (biforcazioni) sarà eseguita con controllo delle sollecitazioni di progetto mediante rilievo dello stato tensionale con misure estensimetriche. La verifica non verrà effettuata se il fornitore è in possesso di certificazione attestante che negli ultimi tre anni, su pezzi analoghi progettati con il medesimo sistema di calcolo, sono stati eseguiti controlli estensimetrici a conferma delle sollecitazioni di calcolo.

Su elementi speciali dove la conformazione della geometria penalizza l'esecuzione di giunzioni saldate, la prova idraulica, se richiesto nel Disciplinare Tecnico, potrà essere monitorata con controllo dell'emissione acustica per la verifica della propagazione di eventuali difetti.

La pressione, durante la prova idraulica, deve essere rilevata in continuazione con manometro registratore.

i) Prova idraulica finale

Ultimati i montaggi, ed eseguita una accurata visita interna della condotta per assicurarsi che in essa non siano rimasti corpi estranei, la tubazione deve essere sottoposta, prima della messa in servizio, alle prove statiche di pressione idraulica.

Per l'esecuzione delle prove, la chiusura a valle può essere fatta con le valvole di macchina quando ne sia assicurata la tenuta e le relative fondazioni siano verificate anche per i carichi derivanti dalle prove; quando queste condizioni non siano rispettate, il costruttore della condotta deve fare ricorso ad appositi fondi flangiati, che resteranno di proprietà del cliente. La chiusura a monte deve essere fatta in ogni caso mediante fondi muniti di attacchi per la pompa, lo scarico dell'aria e il manometro.

Le prove devono essere eseguite in due tempi: in un primo tempo deve essere provato il solo distributore o collettore situato appena a monte delle macchine ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di calcolo relativa alla sua estremità di valle; in un secondo tempo il distributore

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

deve essere collegato alla condotta e con essa provato ad una pressione uguale a quella di calcolo, relativa ancora alla estremità di valle.

Durante le prove in nessun punto della condotta si devono avere sollecitazioni monoassiali equivalenti superiori a 0,8 volte il carico unitario di snervamento dei materiali RS.

Quando risultasse necessario, la condotta si deve provare per tronchi in modo tale che la pressione di prova di ciascun tronco possa essere uguale alla pressione di calcolo alla sua estremità di valle senza che ne risultino all'estremità di monte sollecitazioni monoassiali equivalenti superiori a 0,8 RS.

La pressione deve essere portata in modo graduale al valore di prova e mantenuta per trenta minuti; essa deve essere poi abbassata al valore corrispondente al livello statico massimo nella camera di carico o nel pozzo piezometrico; a tale pressione si devono controllare le giunzioni eseguite durante il montaggio in opera mediante controllo della pressione attraverso opportuni manometri; la pressione deve essere infine riportata al valore di prova e mantenuta per il tempo necessario per una attenta misurazione della pressione interna.

Se durante la prova risultassero difetti di resistenza o di tenuta, l'elemento difettoso si deve, se possibile, riparare secondo le prescrizioni del punto Parte 18.5.2.c), oppure ne può essere richiesta la sostituzione.

Le prove idrauliche del tronco di condotta in cui ricade l'elemento riscontrato difettoso devono essere ripetute.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 19 VERNICIATURA CONDOTTA FORZATA**

### **19.1 PREMESSA**

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di definire le modalità tecniche per l'esecuzione del rivestimento protettivo interno/esterno della condotta forzata e dei suoi accessori.

#### **19.1.1 Norme richiamate del disciplinare tecnico**

- Scala RAL
- Specifica SSPC-SP-10
- Norme Sensi Standard SIS 05.59.00
- Specifica SSPC-SP-1
- Specifica SSPC-SP-2
- Specifica SSPC-SP-3
- Paint application specifications SSPC
- Specifica SSPC-PS Guide 12.00
- Norma UNICHIM 571
- Norma UNICHIM 735
- Norma DIN 53151
- Norma ASTM G-53
- Norma ASTM D-522
- Norma ASTM D-610
- Norma ASTM D-714
- Norma ASTM D-2247
- Norma ISO 4624
- Scala europea del grado di arrugginimento per pitture antiruggine "Comitato europeo delle Associazioni di fabbricanti di pitture ed inchiostri da stampa".
- DPR 547 aprile 1955
- DPR 164 gennaio 1956
- D.L. 245 del 5.3. 1963

#### **19.1.2 Accertamento delle opere**

All'appaltatore, è fatto obbligo di effettuare sopralluogo per prendere completa conoscenza dello stato delle opere e delle condizioni ambientali e logistiche in cui dovrà essere eseguito il lavoro.

#### **19.1.3 Caratteristiche dei prodotti verniciati**

L'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione preventiva le pitture che intende adottare avendo cura di sceglierle tra quelle omologate o largamente sperimentate.

Allo scopo, deve mettere a disposizione le caratteristiche tecniche dei prodotti vernicianti che fanno parte integrante dei documenti di appalto allegando in fase di offerta le schede tecniche. Inoltre dovrà indicare se il prodotto è idoneo all'applicazione in officina su produzione di condotte costruite e verniciate in linea e/o su condotte costruite e verniciate con metodo tradizionale. Non sono ammessi i carbonati, i cromati di zinco, le ammine aromatiche, i solventi clorurati; per i solventi aromatici deve essere osservato il D.L. 245 del 05/03/1963.

#### **19.1.4 Prodotti da applicare e attrezzature**

I prodotti vernicianti occorrenti, le attrezzature necessarie per l'esecuzione dei lavori ed i mezzi richiesti per operare nel rispetto delle norme di sicurezza, saranno forniti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **19.1.5 Preparazione delle superfici da proteggere**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Di norma la preparazione delle superfici da proteggere sarà eseguita mediante sabbiatura. Ove ciò non risultasse possibile si ricorrerà alla pulizia con attrezzi meccanici.

In ogni caso il tipo di preparazione dovrà essere quello indicato nella tabella "Descrizione del ciclo di pitturazione".

**1. Sabbiatura**

Le superfici da proteggere devono essere sottoposte a sabbiatura secondo la specifica SSPC-SP-10 per sabbiatura a metallo quasi bianco della Steel Structures Painting Council.

L'aspetto della superficie sabbiata dovrà corrispondere ai riferimenti fotografici SA 2 ½ per sabbiatura a metallo quasi bianco secondo le norme Svensk Standard SIS 05.59.00.

Dopo la sabbiatura, l'applicazione della mano di fondo deve essere eseguita prima che abbiano a formarsi fenomeni di ossidazione e comunque entro la stessa giornata lavorativa.

**2. Pulizia con attrezzi meccanici**

L'applicazione delle pitture deve essere preceduta da un'accurata preparazione delle superfici da pitturare.

Tale preparazione prevede l'esecuzione della raschiatura di tutta la ruggine e della pittura preesistente in fase di distacco; particolare attenzione deve essere riposta alle parti di giunzione, saldature chiodature, piastre ecc.

L'applicatore dovrà accertare che, dopo la pulizia, le parti di pittura preesistenti siano ben aderenti al supporto metallico.

La pulizia deve essere tale da eliminare le sostanze contaminanti che accelerano la corrosione all'interfaccia metallo-pittura affinché siano garantiti i valori di aderenza prescritti.

Valgono comunque, per quanto riguarda la preparazione delle superfici, le prescrizioni contenute nelle specifiche e relative appendici da ritenersi integrative tra loro, elaborate dallo Steel Structures Painting Council (SSPC) ed esattamente:

Specifica SSPC-SP1: pulizia mediante solvente

Specifica SSPC-SP2: pulizia mediante attrezzi manuali

Specifica SSPC-SP3: pulizia mediante attrezzi meccanici

La ditta esecutrice dei lavori deve essere a perfetta conoscenza delle norme suddette ed è impegnata, durante l'esecuzione dei lavori, ad attenersi alle prescrizioni ivi contenute.

**3. Preparazione delle superfici preparate in officina**

In officina verranno preparate tutte le superfici sia interne che esterne tramite sabbiatura con applicazione delle mani di fondo zincante, se previste; il completamento del trattamento dovrà essere eseguito come da ciclo previsto dal Disciplinare Tecnico.

**4. Preparazione delle superfici saldate in opera di nuove tubazioni preventivamente pitturate in officina**

Le zone di unione tramite saldatura di nuove condotte o di parziali tratti sostituiti nella condotta esistente, indipendentemente dal ciclo di verniciatura cui sono state preventivamente sottoposte (parziale o completo), dovranno essere preparate, ove possibile, tramite sabbiatura localizzata; in alternativa sarà praticata una pulizia mediante attrezzi meccanici secondo la specifica SSPC-SP3.

**19.1.6 Cicli di pitturazione**

I prodotti vernicianti delle varie mani componenti un ciclo devono essere prodotti da un unico colorificio.

Superfici saldate in opera di nuove tubazioni preventivamente pitturate in officina

Nel caso in cui la tubazione è stata sottoposta alla sola mano di fondo, dovranno essere effettuate riprese con zinco epossidico.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Nel caso in cui la tubazione è stata sottoposta al ciclo completo, dovranno essere effettuate riprese con zinco epossidico per la mano di fondo, se previsto nel ciclo, mentre altre mani saranno le stesse del ciclo richiesto. Qualora per esigenze di programma di montaggio della tubazione non è possibile effettuare un ciclo a più mani, potrà essere applicata una sola mano di vernice del tipo "Surface tolerant".

**19.1.7 COLORE DA ADOTTARE**

Il colore della mano di finitura sarà definito dalla DL.

**19.1.8 PROTEZIONE DELLE PARTI DA NON PITTURARE**

Le parti da non pitturare devono essere protette da eventuali imbrattature mediante opportune protezioni fornite in opera a cura e spese dell'appaltatore. Qualora su tali parti venissero rilevate macchie di pittura, l'Appaltatore dovrà provvedere immediatamente alla loro totale eliminazione senza arrecare danno alcuno.

**19.1.9 APPLICAZIONE DELLE PITTURE**

Per l'applicazione delle pitture valgono le seguenti regole:

- I prodotti pronti all'uso, prima dell'impiego, devono essere accuratamente mescolati nel contenitore in modo da disperdere ogni e qualsiasi sedimento ed essere certi di disporre di un prodotto sicuramente omogeneo
- I prodotti a due componenti devono essere preparati miscelando questi ultimi nel rapporto prescritto dal produttore e solo al momento dell'impiego
- Il prodotto verniciante può essere diluito solamente nei limiti consentiti, usando esclusivamente i diluenti indicati dal produttore per ogni singolo tipo di pittura
- Attendere per ogni mano di pittura successiva alla prima l'essiccazione del precedente strato rispettando i tempi di sovraverniciabilità minimi e massimi previsti nelle schede tecniche
- La pitturazione non deve essere effettuata o deve essere sospesa nei seguenti casi:
  - o quando la temperatura ambiente è inferiore a 5 °C e comunque inferiore a quella prescritta dalla scheda tecnica
  - o Quando la temperatura della superficie da pitturare superiore a 50°C
  - o Quando l'umidità relativa ambiente supera l'85%
  - o Quando la superficie da pitturare per qualsiasi motivo si presenta molto umida o bagnata
  - o Quando le modalità di impiego della pittura sono diverse da quelle prescritte dal produttore.

Ogni strato di pittura può essere applicato solo dopo autorizzazione dell'incaricato, fermo restando per l'appaltatore quanto già precisato

Ogni strato di pittura deve essere steso in modo uniforme curando la formazione di una pellicola regolare senza formazione o accumulo di gocce.

**19.1.10 PROVE DI ACCETTAZIONE**

L'appaltatore dopo l'aggiudicazione dell'appalto e prima dell'inizio dei lavori, se richiesto, dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni da 5 litri dei prodotti vernicianti costituenti il ciclo proposto e dei relativi diluenti ed eventuali catalizzatori (questi ultimi nella quantità proporzionalmente richiesta).

Si riserva di eseguire sui suddetti campioni le seguenti prove e verifiche:

- Verifica di rispondenza al colore richiesto
- Verifica di aderenza del rivestimento protettivo
- Verifica della resistenza all'invecchiamento accelerato (solo intero ciclo esterno)
- Verifica della resistenza all'umidità (condensazione continua)
- Verifica dell'allungamento percentuale con il metodo del mandrino conico
- Identificazione del prodotto verniciante mediante analisi spettrofotometrica IR

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **19.1.11 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE**

Ogni prova sarà eseguita su almeno 3 provini.

1. Verifica di rispondenza al colore richiesto

La verifica sarà fatta mediante confronto con la scala RAL applicando la norma UNICHIM 735

2. Verifica di aderenza del rivestimento protettivo

Verranno sottoposti a verifica sia i prodotti impiegati come fondo che i cicli completi. La prova verrà eseguita secondo la norma ISO 4624. L'aderenza non dovrà risultare inferiore a 1.4 Mpa.

3. Verifica della resistenza all'invecchiamento accelerato

Da eseguirsi sull'intero ciclo del rivestimento protettivo esterno secondo le norme ASTM -G-53.

Il ciclo di esposizione prevede 4 ore di luce ultravioletta a temperatura ambiente di 60°C seguite da 4 ore di condensa senza esposizione alla luce con temperatura ambiente di 40°C per complessivi 42 cicli con sequenza ininterrotta. Il tempo di maturazione dei prodotti, prima che i provini possano essere sottoposti alla prova, dovrà essere indicato dal produttore in base alle condizioni di applicazione. Al termine delle prove, le superfici verniciate non devono presentare alterazioni delle caratteristiche iniziali. Sono ammessi un leggero viraggio di tinta ed una modesta diminuzione del grado di brillantezza.

4. Verifica della resistenza all'umidità (condensazione continua)

Da eseguirsi sull'intero ciclo del rivestimento protettivo le norme ASTM D-2247.

La durata delle prove deve essere di 300 ore con verifiche periodiche di 72 ore.

Dopo 72 ore di prova non è ammessa la presenza di bolle del tipo superiore al grado "4 few" delle norme ASTM D 714.

Al termine della prova non è ammessa la presenza di bolle del tipo superiore al grado "4 medium" delle norme suddette, inoltre, non è ammessa la presenza, sulla superficie pitturata, di punti di ruggine in quantità maggiore a quella prevista dal grado 8 delle norme ASTM D 610. In corrispondenza dei tagli a croce deve essere effettuato un esame a vista controllando che le eventuali bolle o infiltrazioni di corrosione non si estendano oltre i 2 mm dall'intaglio.

5. Verifica dell'allungamento percentuale con il metodo del mandrino conico

Da eseguire secondo le norme ASTM D 522.

Devono essere rispettati i seguenti valori tipici:

- Fondo zincante inorganico ad alto contenuto di zinco: 8% (min)
- Fondo zincante organico ad alto contenuto di zinco: 10% (min)
- Antiruggine oleofenolico ad alto contenuto di minio: 15% (min)
- Prodotti epossidici, epossipoliammidici, vinilici, epossivinilici: 10% (min)
- Prodotti epossicatramosi: 15% (min)

6. Identificazione del prodotto verniciante mediante analisi spettrofotometrica IR

Il campione deve essere analizzato nelle condizioni di viscosità di applicazione previste dalla scheda tecnica.

### **19.1.12 CONTROLLI DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

1. Controllo dei prodotti vernicianti

Si riserva la facoltà di prelevare durante il periodo di applicazione, in officina e /o in opera, campioni di 1 litro delle pitture costituenti il ciclo e dei relativi diluenti e catalizzatori (questi ultimi nella quantità proporzionalmente richiesta). Le caratteristiche di questi campioni dovranno corrispondere a quelle dei campioni consegnati ed essere conformi a quanto dichiarato in scheda.

2. Verifica dello spessore delle singole mani che compongono il ciclo di rivestimento

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La verifica dello spessore dei singoli strati che compongono il rivestimento viene attuata secondo un piano di campionamento definito dal committente di volta in volta e va effettuata entro i tempi di sovraverniciabilità.

Il controllo va eseguito, di norma, su ciascun strato di pittura secca, secondo la norma UNICHIM 571 metodo n°5.

Nel caso che da detto controllo risultassero spessori inferiori a quelli prescritti, l'Appaltatore dovrà applicare se richiesto, a propria cura e spese, un ulteriore strato di pittura, fino al raggiungimento dello spessore stabilito.

Il committente si riserva comunque di valutare altre idonee soluzioni.

### **19.1.13 VERIFICA DELL'ESECUZIONE DEL LAVORO**

#### **1. Collaudo provvisorio**

Il collaudo provvisorio sarà effettuato in officina e/o a fine lavori e comunque non oltre un mese dal termine degli stessi ed avverrà in contraddittorio.

Il committente si riserva di verificare in tale sede, con tutti i mezzi a propria disposizione, la corretta esecuzione del lavoro e la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. Il film di pittura dovrà essere compatto, perfettamente aderente, uniforme in colore ed esente da viraggi di tinta, colature vaiolature, vescicature, lesioni, distacchi e qualsiasi tipo di difetti o discontinuità.

Per quanto riguarda la verifica di spessore da eseguirsi secondo UNICHIM 571 metodo n° 5, la media dei valori misurati non dovrà essere inferiore al valore stabilito sui documenti contrattuali.

Nessuna delle misure effettuate deve risultare inferiore al 90% del valore minimo prescritto.

Il numero delle misure e la superficie da ispezionare verranno stabilite dal collaudatore con la limitazione che non dovranno essere eseguite meno di 10 misure e non più di una misura per metro quadrato.

L'aderenza non dovrà risultare inferiore a 1 Mpa.

In alternativa si applicherà il metodo per quadrettatura secondo DIN 53151, il grado di accettazione è GT1.

Il controllo sarà limitato ad un punto ogni 300 m di lunghezza della tubazione.

#### **2. Collaudo definitivo**

Il collaudo definitivo sarà effettuato entro 12 mesi dalla data del verbale di collaudo provvisorio.

Fatta eccezione per danni dovuti a cause accidentali, la pellicola di pittura dovrà apparire integra, compatta, aderente, esente da bolle, crateri, distacchi o affioramenti di ruggine; sarà ammesso solo un moderato sfarinamento o viraggio di tinta.

L'esito favorevole del collaudo, risultante da apposito verbale, comporterà l'accettazione definitiva dell'opera.

Per le condotte interrate, se richiesto dalla D.L., il collaudo verrà eseguito come sopra con scoperta della condotta in un numero di punti da concordare.

### **19.1.14 GARANZIA DELLA PITTURAZIONE**

#### **1. Durata**

L'efficienza e l'integrità della verniciatura dovrà essere garantita per un periodo minimo di 6 anni.

Entro tale periodo, l'Appaltatore dovrà ripitturare a propria cura e spese tutte quelle superfici che presentassero affioramenti di ruggine, sfaldamenti di strati di pittura, vaiolature, vescicature, lesioni od avarie imputabili a deficienza dei prodotti impiegati o ad una non corretta tecnica di applicazione.

#### **2. Arrugginimento ammissibile**

I gradi di arrugginimento (Re) ammissibili, riferiti alla Scala Europea del Grado di Arrugginimento per pitture antiruggine pubblicato dal "Comitato Europeo delle Associazioni di fabbricanti di pittura ed inchiostri da stampa", sono i seguenti:

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- Re 1 dopo 3 anni
- Re 2 dopo 6 anni

Un'eventuale discordanza nella valutazione dei vari gradi di arrugginimento che dovesse sorgere fra la Committente e l'Appaltatore sarà sottoposta al giudizio insindacabile di un esperto.

Tutti gli oneri relativi all'intervento di cui sopra saranno a carico della parte soccombente. Le virole che allo scadere del periodo indicato presentassero gradi di arrugginimento superiori a quelli citati, dovranno essere ripinturate a spese dell'Appaltatore nei modi e nei tempi precisati di volta in volta.

#### **19.1.15 DISPOSIZIONI PARTICOLARI**

L'appaltatore deve concordare il programma esecutivo del lavoro e prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro deve richiedere ed ottenere l'esplicito benestare.

L'Appaltatore si impegna ad ottemperare quanto disposto dai DPR del 27 aprile 1955 n° 547 e DPR del gennaio 1956 n°164 e decreti successivi e quanto altro vigente in materia di prevenzione infortuni.

Per quanto riguarda la pitturazione di quelle parti per le quali è necessaria la messa fuori servizio della centrale o sia necessaria la messa in sicurezza elettrica di parti di impianto, l'accesso a queste parti deve avvenire solamente dopo l'esplicita autorizzazione scritta.

L'appaltatore prima di procedere ai lavori di sua competenza, ha l'obbligo di adottare, sotto la propria responsabilità, le necessarie misure di sicurezza previste dal tipo di lavoro.

L'Appaltatore riconosce che le parti di impianto da verniciare possono essere messe fuori servizio unicamente in funzione delle esigenze dell'appaltante.

#### **19.1.16 MISURE DELLE SUPERFICI**

Per il calcolo delle superfici pitturate si procederà nel modo seguente:

- Strutture metalliche in genere
- Misurazione dello sviluppo delle superfici pitturate senza tener conto in alcun modo delle sporgenze dei bulloni e/o della chiodatura.
- Lamiere striate
- Misurazione della superficie pitturata, considerando le lamiere come lisce, maggiorata del 20% (solo lato striato).
- Grigliati
- Misurazione della superficie coperta dal grigliato moltiplicata per il coefficiente maggiorativo: n=2.5
- Reti metalliche
- Misurazione della superficie pitturata in vista, da una sola parte, vuoto per pieno moltiplicata per il coefficiente maggiorativo: n=1.5
- Per le reti aventi maglia fitta, la cui misura massima sia inferiore a 5 mm, il coefficiente maggiorativo diventa n=2.
- Inferriate, cancelli, parapetti, paraschiena e scale a pioli
- Misurazione da una sola parte della superficie pitturata in vista, vuoto per pieno.
- Per i parapetti viene considerata quale altezza quella riferita al piano di calpestio, senza tener conto di eventuali prolungamenti od attacchi.
- Tubazioni
  - Per tubazioni con diametro esterno fino a 33 mm: 1 m<sup>2</sup> ogni 5 m
  - Per tubazioni con diametro esterno da 34 a 65 mm: 1 m<sup>2</sup> ogni 4 m
  - Per tubazioni con diametro esterno da 66 a 98 mm: 1 m<sup>2</sup> ogni 2.7 m
  - Per tubazioni con diametro esterno da 99 a 131 mm: 1 m<sup>2</sup> ogni 2 m
  - Per tubazioni con diametro esterno superiore a 131 mm: superficie effettivamente misurata
- Per le tubazioni con diametro esterno fino a 131 mm, i valori sopra indicati compensano anche flange dilatatori, staffe supporti (elastici e non) ancoraggi, ecc., comunque siano pitturati.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Per i tratti di tubazioni curve, viene considerata, come lunghezza lineare, la lunghezza dell'arco relativo all'asse della tubazione.

Le diramazioni sono misurate secondo gli assi solo per le tubazioni con diametro esterno fino a 131 mm.

· Valvole e saracinesche

Misurazione della superficie corrispondente allo sviluppo del parallelepipedo circoscritto o della figura risultante dalla combinazione di parallelepipedi circoscritti escludendo asta e volantino di manovra. La superficie così ottenuta viene maggiorata del 20%.

La verifica della misura sarà determinata in contraddittorio, con un rappresentante del committente al termine dei lavori.

Nel caso ravvisasse la necessità di apportare, anche nel corso dei lavori, modifiche, soppressioni ed aggiunte al programma di pitturazione previsto, dette variazioni saranno computate in base all'applicazione del prezzo unitario stabilito nell'Elenco prezzi.

**19.1.17 RIVESTIMENTI PROTETTIVI - DESCRIZIONE CICLI DI PITTURAZIONE**

I cicli di pitturazione da adottare sono i seguenti.

1. Cicli di pitturazione interna

Con l'applicazione del ciclo di pitturazione interna della condotta si deve puntare a:

- a) ridurre al minimo le perdite di carico. Si dovrà perciò ottenere una finitura liscia non deformabile ed uniforme, con buona durezza superficiale per resistere all'abrasione e alla formazione di incrostazioni;
- b) assicurare una protezione di lunga durata. Si dovrà perciò ottenere buona resistenza all'erosione, ed alla abrasione, ottenere un elevato potere anticorrosivo, impermeabilizzante ed elevato spessore di rivestimento. Per evidenti motivi di danneggiamento durante la posa in opera e la saldatura, non è consigliabile prevedere la verniciatura completa in officina sulle nuove tubazioni. La deroga può essere fatta per tubazioni di piccolo diametro.

2. Cicli di pitturazione esterna

Il ciclo di pitturazione esterna, oltre alla funzione protettiva, deve sopportare le sollecitazioni dovute:

- all'esposizione dei raggi ultravioletti
- ai cicli di gelo e disgelo
- agli sbalzi termici
- alla presenza di condensa superficiale più o meno continua
- agli elevati valori di umidità (condotta in galleria)
- allo stillicidio d'acqua (condotte in galleria)
- alla aggressività chimica del terreno (condotte interrate)

Le pitture devono avere quindi elevate caratteristiche di resistenza all'acqua ed all'umidità, buone caratteristiche di elasticità permanente.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 20 PROTEZIONE CATODICA CONDOTTA FORZATA**

### **20.1 PROGETTO**

I disegni di dettaglio dovranno comprendere, in linea generale:

- per l'impianto elettrico: schemi elettrici con cablaggio e collegamenti completi di caratteristiche delle apparecchiature e loro dati di taratura; disegni degli armadi, quadri elettrici, quadri di comando, completi di vista frontale e disposizione delle apparecchiature; eventuali modifiche di planimetria distribuzione alimentazioni; planimetria comandi e segnali; planimetria tratte e cavidotti, particolari dei pozzetti e sezione cavidotti, disposizione quadri.
- schemi funzionali di tutti gli impianti.
- disegni con eventuali modifiche previste in fase di esecuzione e/o montaggio relative a qualità dei materiali e/o componenti diversi da quelli dalla presente S.T. e dal D.T, con allegata documentazione tecnica e verifiche di calcolo
- elenco allegati

### **20.2 NORME DI RIFERIMENTO**

Per quanto non in contrasto con la presente Specifica Tecnica, le norme in base alle quali devono essere eseguiti il progetto, la fabbricazione delle apparecchiature in oggetto e la realizzazione delle opere e degli impianti sono quelle di seguito riportate.

Le unità di misura da impiegare nei calcoli sono quelle indicate nel D.P.R. n 802 del 12.2.1982.

Le descrizioni tecniche riportate nella presente Specifica Tecnica devono ritenersi indicative agli effetti della rispondenza degli impianti alle vigenti Norme, nel senso che la ditta appaltatrice dovrà realizzare l'impianto, anche per quanto non espressamente specificato, con la rigorosa osservanza delle norme UNI e CEI, nonché secondo quanto previsto al titolo VII del D.P.R. 27 aprile 1955, n.547 e successivi aggiornamenti nonché alle vigenti norme ENPI.

In particolare, i tipi e le sezioni dei conduttori da adottare negli impianti, le apparecchiature ed i sistemi di protezione, generale e particolare, degli impianti stessi dovranno essere quelli che, in conformità delle citate Norme e Leggi vigenti, indicheranno le Autorità ed Enti distributori medesimi, presso i quali l'appaltatore avrà cura di assumere le preventive necessarie informazioni.

Nell'eventualità di variazioni, comunque onerose, di quanto richiesto e riportato nella presente Specifica Tecnica per adattamenti a normative vigenti, l'appaltatore non potrà accampare pretese di speciali compensi in quanto dovrà essere sua cura assumere tutte le informazioni presso le Società ed Enti distributori, prima della presentazione dell'offerta, circa le particolari prescrizioni che condizionano le concessioni di utenza e l'esercizio.

L'impianto nel quale la ditta appaltatrice è chiamata ad operare, indipendentemente dall'entità e dalla natura dell'intervento, dovrà essere messo dalla ditta stessa in condizione di assoluto rispetto delle Norme antinfortunistiche, anche per quanto riguarda gli accessori previsti.

1. Norme generali
  - D.P.R. n. 447 del 6/12/91: Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990 N.46, in materia di sicurezza degli impianti
  - Legge n. 46 del 5/3/90: Norme per la sicurezza degli impianti
  - D.P.R. n. 547 del 25/4/55: Norme per la prevenzione degli infortuni
  - DM LL.PP. 09/01/1996 e 16/1/96: norme tecniche per l'esecuzione, il calcolo ed il collaudo delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche
  - CNR-UNI 10011 per le costruzioni in acciaio

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- D.M.16/1/68: Regolamento di esecuzione della legge 13/12/64 n° 1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aree esterne.
- Altre norme e leggi al momento in vigore

Le norme di riferimento per la protezione catodica di strutture interrato sono:

- UNI 9782 Criteri generali per la misurazione, la progettazione e l'attuazione
- UNI 9783 Interferenze elettriche tra strutture elettriche metalliche
- UNI 10166 Posti di misura
- UNI 10167 Custodia per dispositivi e posti di misura
- UNI 10265 Segni grafici
- UNI 10362 Verifiche e controlli
- UNI 10405 Localizzazione del tracciato, di falle di rivestimento e di contatti con strutture estranee
- UNI 10835 Anodi e dispersori per impianti a corrente impressa
- UNI-CEI 5 Misure di corrente
- UNI-CEI 6 Misure di potenziale
- UNI-CEI 7 Misure di resistenza elettrica
- UNI-CEI 8 Alimentatore di protezione catodica
- UNI-CIG 10285 Giunti isolanti monoblocco
  
- NACE Standard RP 0169.92 -ITEM 53002 Recommended Practice Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- NACE Standard RP 0188.99 -ITEM 53067 Recommended Practice Discontinuity (Holiday) Testing of Protective Coatings
- NACE Standard RP 0174.74 -ITEM 53020 High Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation
- NACE Standard RP 0286.86 -ITEM 53060 Recommended Practice the Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines
- B.S.I. CP 1021-1973 Code of Practice for Cathodic Protection

### **20.3 MATERIALI**

I materiali e le apparecchiature da impiegare nell'esecuzione degli impianti dovranno presentare tutte le qualità di solidità, di durata e di buon funzionamento: quindi, tra l'altro dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

I materiali e le apparecchiature dovranno altresì corrispondere alle relative norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. La rispondenza alle prescrizioni di tali norme e tabelle (nel caso di materiali ed apparecchiature per le quali è prevista la concessione del marchio di qualità) dovrà essere attestata dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità.

I materiali e le apparecchiature potranno essere sottoposti, anche dopo la collocazione in opera e su richiesta dell'appaltatore, alle prove previste dalle norme CEI.

Tutte le spese per le prove che l'appaltatore ritenesse di far eseguire sulle apparecchiature e sui materiali, sia presso le fabbriche che presso laboratori specializzati, saranno a completo carico dell'appaltatore; sarà a suo completo carico la fornitura degli strumenti, delle apparecchiature, dell'energia, delle attrezzature e di quanto altro occorrente per le prove e verifiche richieste dalla D.L., sia durante il corso dell'opera che al collaudo.

### **20.4 CRITERI DI PROGETTO**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Il sistema di protezione catodica sarà dimensionato in modo tale da garantire un potenziale di polarizzazione compreso fra -1,5 Volt e - 0,85 Volt (condizione "on") riferito all'elettrodo di rame/solfato di rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub>), in accordo alle Norme UNI 9782.

Il calcolo della vita dell'impianto sarà eseguito tenendo conto delle massime condizioni operative previste dall'alimentatore e tenendo conto del consumo di materiale (UNI 10835), al fine di garantire una durata minima pari a 20 anni.

Il calcolo della corrente totale di protezione sistema a corrente impressa sarà eseguito considerando la superficie esterna delle strutture metalliche interrate e la densità di corrente di protezione. Il valore della corrente risultante dovrà essere incrementato del 10% come riserva.

La lunghezza di ogni singolo dispersore collegato all'alimentatore sarà calcolata in accordo ai seguenti parametri:

- massima corrente di progetto prevista per ogni alimentatore
- massima tensione fornita dall'alimentatore (50V)
- resistività dei terreni in profondità
- resistenza massima del circuito anodico
- coefficiente di utilizzo (1.5)
- coefficiente di sicurezza (1.3)
- vita di progetto del sistema di protezione catodica

La resistenza totale del circuito verrà calcolata assumendo che la resistenza del dispersore sia pari all'80% della resistenza totale.

## **20.5 PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE**

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare l'impianto di protezione catodica completo e funzionante in ogni sua parte.

Specificatamente, sono a carico dell'Appaltatore, oltre alla fornitura e montaggio dei materiali, tutti i lavori di scavo e rinterro, le opere murarie e quant'altro necessario per dare l'impianto completo e funzionante in ogni sua parte, nonché il ripristino dei luoghi.

### **1. Alimentatori a corrente costante**

L'alimentatore dovrà essere del tipo automatico, costituito da un trasformatore, un ponte raddrizzatore al selenio ed un automatismo costituito da reattori magnetici saturabili.

L'alimentatore sarà progettato e costruito per essere installato sia all'esterno che all'interno con la necessità del minimo di manutenzione per le condizioni climatiche del luogo d'installazione e sarà dimensionato per il funzionamento in continuo.

Gli alimentatori saranno dimensionati in modo che i vari componenti non superino le temperature ammissibili secondo le norme CEI.

Le curve caratteristiche degli alimentatori (corrente d'uscita - tensione d'uscita) dovranno essere tali da soddisfare le seguenti condizioni:

- per qualsiasi condizione di regolazione e di carico la tensione ai morsetti di uscita in corrente continua non deve superare 50 V c.c.
- per qualsiasi condizione di carico e regolazione assegnate, cioè  $V_n$  ed  $I_n$ , la corrente erogata dall'alimentatore dovrà essere sempre uguale ad  $I_n \pm 3\%$   $I_n$  per tensione ai morsetti variabile da 0 a  $0,750 V_n$  e per tensione di alimentazione in c.a. variabile nel limite  $\pm 10\%$  della tensione nominale.

Sul pannello di controllo, regolazione e manovra dell'alimentatore dovranno essere installati:

- n. 1 voltmetro per la misura della tensione ai morsetti in corrente continua, classe 1,5, fondo scala 75 V

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- n. 1 amperometro per la misura della corrente continua erogata dall'alimentatore, classe 1,5 e con un fondo scala pari ad 1,5 volte la corrente nominale massima erogabile;
- n. 1 voltmetro in corrente continua per la misura della d.d.p. condotta/ suolo avente resistenza interna di 10000 ohm/volt f.s. e classe 1,5;
- n. 3 interruttori unipolari a levetta per l'inserzione degli strumenti suddetti;
- n. 1 interruttore bipolare automatico magnetotermico, inserito sull'ingresso, in corrente alternata; tensione nominale 220 Volt; corrente nominale pari ad 1,5 volte la In dell'alimentatore; potere di interruzione non inferiore a 6 kA a 500 Volt c.a.
- n. 1 commutatore di tensione alternata in entrata con posizione 220-380 Vc.a.;
- n. 1 commutatore per la regolazione della tensione continua in uscita con posizione 20-30-40-50-60 Vc.c.;
- n. 1 regolatore della intensità di corrente in uscita a cinque posizioni: dal 20% al 100% della corrente nominale di targa dell'alimentatore;
- maniglie per la estrazione del quadro dal contenitore.

Inoltre dovrà consentire di poter misurare, inserendo strumenti esterni fra morsetti predisposti sul pannello dell'alimentatore stesso, le seguenti grandezze:

- tensione di alimentazione in c.a
- corrente assorbita in c.a.
- tensione di uscita in c.c.;
- corrente di uscita in c.c.;
- d.d.p. condotta/ suolo.

Saranno predisposti i collegamenti per eventuali telecontrolli.

La morsetteria dovrà contenere:

- morsetti per presa tensione di alimentazione;
- morsetti per cambio tensione alternata di alimentazione;
- morsetti per regolazione tensione continua di uscita;
- morsetti per regolazione corrente continua di uscita;
- morsetti per shuntaggio amperometro in corrente continua.

La suddetta morsettieria dovrà essere protetta contro i contatti accidentali, come previsto dalle vigenti norme ENPI.

Gli elementi costituenti l'alimentatore (gruppo trasformatore, ponte raddrizzatore ed elemento magnetico saturabile) dovranno essere adeguatamente protetti dalle sovratensioni.

I collegamenti elettrici fra i vari elementi dell'apparecchiatura devono essere eseguiti con cavi rispondenti alle norme CEI-UNEL, rivestiti e diversamente colorati, sistemati in modo da poterne seguire facilmente il circuito.

Il valore del  $\cos \phi$ , misurato sui morsetti di alimentazione a c.a. dell'alimentatore, dovrà essere non inferiore a 0,9.

L'alimentatore, a seconda del tipo e della potenza, potrà essere installato a parete o a pavimento. Nel primo caso (a parete) l'alimentatore andrà contenuto in una cassetta metallica a tenuta stagna ed andrà posto in opera il più vicino possibile alla cassetta contenente le altre apparecchiature dell'impianto di protezione catodica.

Nel secondo caso (a pavimento) le parti di comando e di controllo dell'alimentatore andranno installate in un armadio metallico di protezione a tenuta stagna montato su un cassoncino di contegno stagno contenente l'alimentatore nel suo complesso (trasformatore, trasduttore magnetico e colonna raddrizzante) immerso in olio isolante. Detto contegno sarà appoggiato al pavimento.

L'armadio di protezione dell'alimentatore dovrà essere metallico del tipo antistillicidio. Detto armadio sarà realizzato in lamiera di acciaio da 20/10 mm.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Gli armadi, sia a parete che a pavimento, saranno provvisti, sulla parte frontale, di uno sportello metallico con serratura di sicurezza del tipo Yale per l'accesso agli organi di regolazione, alimentazione e controllo.

2. Elementi dispersori a corrente impressa

Gli elementi dispersori potranno essere costituiti da anodi in lega di ferro-silicio-cromo, acciaio (in terreni rocciosi ad alta resistività), DSA o leghe similari e dovranno essere costituiti da materiali resistenti all'azione di cloro gas.

I dispersori potranno essere dislocati sia superficialmente che in profondità.

Per letti anodici in superficie, il dispersore deve essere installato ad una distanza dalla tubazione da proteggere non inferiore a 100 m.

Il dispersore dovrà essere proporzionato in modo tale che, in relazione alla massima densità di corrente che ciascun elemento dispersore è chiamato ad erogare, la massima corrente richiesta dall'impianto non dovrà essere superiore a quella specificata dal produttore. Inoltre, con terreno con umidità non superiore al 25%, il prodotto della resistenza totale del dispersore e dei cavi di collegamento all'alimentatore per l'intensità di corrente massima di esercizio del dispersore dovrà essere non superiore al 50% della tensione di uscita dell'alimentatore.

Gli elementi disperdenti costituenti il dispersore superficiale dovranno essere interrati verticalmente nel terreno ad una distanza dalla condotta da proteggere così come previsto al primo comma del presente punto, ad una distanza reciproca non inferiore a 10 m e ad una profondità minima di interrimento della estremità inferiore di m 2,40.

Intorno agli elementi dispersori sarà realizzato un backfill adatto al terreno di posa; detto backfill avrà diametro adeguato, sarà disposto intorno all'anodo per tutta la sua lunghezza e sarà ben costipato; intorno al backfill tutto il restante volume di scavo, dal fondo e per tutta l'altezza del backfill andrà riempito con terreno miscelato ad idonei sali oppure con argilla a bassa resistività (max 500 Ohm x cm). Per l'ulteriore riempimento al di sopra del backfill fino al piano di campagna, e comunque per una altezza non inferiore a 60 cm, andrà usato pietrisco tipo ballast ferroviario.

Gli elementi dispersori in profondità saranno posti in opera in un pozzo trivellato la cui profondità è funzione della corrente da erogare dall'impianto e dalla resistività del terreno nel quale viene realizzato il dispersore.

Gli elementi disperdenti verranno sistemati nel pozzo ad una distanza minima di metri 1,50 l'uno dall'altro; il primo elemento sarà posto a circa 0,50 metri dal fondo del pozzo stesso. La catena di elementi disperdenti così costituita sarà circondata da letto di posa (backfill) per una altezza di 0,50 metri oltre l'altezza massima della catena stessa.

Nel pozzo sarà sistemata, inoltre, una tubazione in PVC del diametro esterno di 40 mm e spessore minimo di 3 mm per tutta la altezza del pozzo stesso. La parte di tubazione interessata dalla parte attiva del dispersore (altezza del letto di posa) dovrà essere opportunamente forata per convogliare verso l'esterno del pozzo eventuale gas che si svolge nel letto di posa. I fori dovranno essere praticati con una inclinazione di circa 45 gradi verso il basso

Sulla sommità del pozzo dovrà essere installato un pozzetto di cemento vibrato ove farà capo il tubo di sfiato in PVC.

Ciascun elemento disperdente sarà saldato ad un cavo elettrico unipolare del tipo FG7R di sezione adeguata. Le saldature saranno accuratamente isolate con materiali e tecnica idonee ad assicurare alla giunzione un grado di isolamento non inferiore a quello dei cavi giuntati. I terminali dei cavi faranno capo ad una morsettiera protetta da apposita cassetta che sarà posta in opera in prossimità del pozzo.

I morsetti saranno per conduttori di sezione minima pari a 25 mm<sup>2</sup>, avranno portata nominale non inferiore a 50 A e tensione nominale non inferiore a 500 Vca; le parti conduttrici della morsettiera saranno in rame elettrolitico puro.

Le parti terminali dei cavi, di qualunque tipo e sezione essi siano, dovranno essere complete di capicorda in rame, del tipo a serraggio a mezzo pinze speciali, se facenti capo a morsetti a

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

bulloni; se facenti capo ad una morsettiera con attacchi a vite, dovranno invece avere le estremità dei conduttori saldati.

Gli anodi di magnesio saranno posti in opera verticalmente nel terreno, ad una profondità minima di interrimento di m 2,40, ad una distanza reciproca non inferiore a 10 m e ad una distanza dalla condotta da proteggere non inferiore a 10 metri dal suo asse longitudinale.

### 3. Giunti isolanti

Dove le condotte da proteggere catodicamente sono collegate ad altre strutture metalliche da non comprendere nel sistema di protezione (gruppi di manovra e misura, stazioni di pompaggio, etc.) dovranno essere inseriti opportuni giunti isolanti.

Detti giunti isolanti devono essere contenuti in manufatti edilizi ed in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione; essi saranno scelti in modo che risultino idonei a sopportare le sollecitazioni cui sono soggette le tubazioni in esercizio.

La posa in opera dei giunti dovrà essere eseguita da personale altamente specializzato.

Se la giunzione con le condotte sarà del tipo saldato, il riconoscimento da parte della Direzione dei Lavori della idoneità del personale saldatore non limita in alcun modo la responsabilità della ditta sulla riuscita della saldatura e sulla efficienza dei giunti.

### 4. Quadro elettrico

In ogni impianto di protezione catodica dovrà essere installato un quadro per il fissaggio delle apparecchiature elettriche connesse con gli impianti stessi.

Le apparecchiature di interruzione, di protezione e di misura a servizio degli impianti di protezione catodica saranno montate e connesse così come previsto dalla presente specifica tecnica; esse, salvo altre apparecchiature altrove richiamate e specificate nella presente specifica tecnica, saranno essenzialmente costituite da:

- n.1 alimentatore;
- n.1 interruttore differenziale
- n.1 morsettiera
- n.1 scaricatore di sovratensione
- collegamenti vari.

L'interruttore differenziale sarà del tipo automatico magnetotermico, bipolare, ad alta sensibilità, per tensione nominale 380 V; avrà un potere di interruzione non inferiore a 6 kA a 500 V, e sensibilità differenziale non maggiore di 30 mA.

La morsettiera sarà del tipo componibile, costituita da elementi in melanina, ognuno composto da un morsetto sezionatore, in rame elettrolitico puro con attacchi a vite e con spina a jack di prova e collegamento fra l'entrata e l'uscita del morsetto, con possibilità di montare ponticelli rigidi di collegamento sull'uscita di ogni morsetto; completi di terminali in plastica e di guida di supporto in acciaio; con morsetti per conduttori da 25 mm<sup>2</sup>; portata nominale non inferiore a 25 A, tensione nominale 500 V in corrente alternata.

Lo scaricatore dovrà essere completo di supporto per l'ancoraggio alla struttura portante. Dovrà essere adatto per sistema elettrico bifase, con tensione minima di adescamento non inferiore 10 kV, tensione nominale 500 V e con indicazione visiva di guasto.

I collegamenti saranno in cavo elettrico tipo N07V-K; la sezione dovrà essere tale da consentire una densità massima di corrente di 1,5 A/mm<sup>2</sup>.

### 5. Cassette di interruzione e cassette di misura

Le cassette di interruzione dovranno essere installate lungo lo sviluppo dei cavi per il collegamento del dispersore con elementi superficiali e della condotta all'alimentatore catodico, nonchè nel punto di raggruppamento dei cavi di ogni singolo elemento disperdente ove è collegato, tra l'altro, il cavo per l'alimentatore.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Le cassette di interruzione dovranno essere installate in punti equidistanti di almeno 50 m: se la distanza del dispersore o della condotta da collegare all'alimentatore catodico non supera i 100 m, ma supera i 50 m, dovrà essere installata una casetta all'incirca nella mezzeria della tratta.

Lo stato elettrico delle tubazioni potrà essere controllato tramite opportune cassette da dislocare in punti significativi lungo la condotta da proteggere.

Le cassette di interruzione e le cassette di misura potranno essere del tipo "a parete" o del tipo "a colonnina".

Le cassette di interruzione e di misura da montare su parete saranno di forma parallelepipedica, con profondità 25 cm, altezza 30 cm, larghezza 30 cm; non dovranno presentare organi di fissaggio passanti all'esterno delle pareti del fondo.

Le cassette di interruzione e di misura del tipo a colonnina avranno anch'esse dimensioni 25x30 cm e saranno saldate su di una tubazione in ferro del diametro di 100 mm, lunga 1,5 m di supporto alla cassetta per il passaggio dei cavi.

Nella parte inferiore la colonnina porterà tre alettoni a 120° fra loro per l'ancoraggio ad un basamento in calcestruzzo, a q.li 2 di cemento, tipo 425 delle dimensioni 80x80x80 cm interrato, con la faccia inferiore alla profondità di 1 m: il basamento porterà affogati due tubi in PVC di diam. 50 mm raccordati ai tubi passacavi in ferro (anch'essi diam. 50) saldati alla base della colonnina (tubazione diam. 100).

Le cassette di interruzione e di misura, sia del tipo "a parete" che "a colonnina", dovranno essere perfettamente stagne ed ispezionabili all'interno tramite finestrino apribile sul lato esterno mediante serratura tipo Yale.

Le apparecchiature installate nelle cassette andranno montate su supporto isolante di spessore minimo 6 mm e dimensioni minime 25x25 cm, stabilmente fissato alle pareti della cassetta in almeno quattro punti della stessa; la disposizione delle apparecchiature e del loro supporto in bachelite sarà frontale allo sportello di accesso.

La morsettiera in melanina avrà elementi costituiti da un morsetto con attacco a vite, con spina a jack di prova e di collegamento fra l'entrata e l'uscita di ogni morsetto e con ponticelli di collegamento trasversali in rame da poter installare su ogni morsetto di uscita. Essa, alle due estremità sarà supportata ad una guida di acciaio opportunamente ancorata al supporto isolante in bachelite o materiale equivalente di cui al presente punto in modo da sostenere il peso dei cavi.

I morsetti per conduttori di sezione minima 25 mm<sup>2</sup>, saranno proporzionati per correnti nominali da 50 A e per tensioni nominali di 500 V c.a.; le parti conduttrici saranno in rame elettrolitico puro.

Le parti terminali dei cavi, di qualunque tipo e sezione, dovranno essere conformate in maniera adeguata al tipo di morsetto cui vanno a collegarsi.

Il voltmetro di misura (da inserire solo nelle cassette di misura) sarà del tipo elettromagnetico, ad inserzione diretta, di forma quadrata, classe di precisione 1,5, fondo scala 3 V, scala lineare; con resistenza interna minima di 10.000 Ohm/Volt; un interruttore a levetta, da montare su supporto isolante di cui sopra, permetterà di escludere o di includere il voltmetro suddetto.

I cavi di collegamento e di alimentazione raggiungeranno le apparecchiature di sezionamento e di misura dal lato inferiore; nel caso di cassette del tipo "a parete", sul lato inferiore saranno predisposti fori completi di borchie passacavi in materiale plastico per il passaggio dei cavi, nel caso di cassette "a colonnina" i cavi attraverseranno le colonnine stesse dall'interno.

Le borchie passacavi saranno a perfetta tenuta stagna in metallo inossidabile o materiale equivalente; saranno complete di manicotto, dado di pressione, bussola isolante, guarnizioni di gomma, rondella e dado di fissaggio.

Al fine di evitare l'entrata di acqua nella cassetta, lo sportellino delle cassette stesse, di qualunque tipo esse siano, sarà dotato di una guarnizione su cui andrà ad insistere il battente all'atto della chiusura, i bordi del battente avranno un risvolto ad U con dente di battentatura non inferiore ad 1 cm che permetterà lo smaltimento dell'acqua impedendone l'entrata all'interno della cassetta.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

In alternativa le cassette di interruzione e di misura potranno essere del tipo in lega di alluminio pressocolata con protezione esterna mediante vernice epossidica a forno con sostegno tubolare, e serratura di sicurezza a spillo.

6. Cavi elettrici

Il cavo elettrico sarà unipolare a treccia di rame stagnato, di sezione minima 16 mm<sup>2</sup>; la massima densità di corrente ammessa è di 1,5 A/mm<sup>2</sup>; il cavo sarà del tipo FG7R CEI 20-22 II, CEI 20-13, CEI 20-37 p1.

I cavi interrati saranno posati ad una profondità non inferiore ad 1 m dal piano di campagna. Il rinterro del primo stato, dell'altezza di almeno 0,10 m, al fine di evitare il contatto con pietre aguzze con il cavo posato, sarà eseguito a mano, curando la buona compattazione dei successivi strati ed il ripristino dello stato dei luoghi. Durante la posa si avrà cura di non tendere il cavo, lasciando una "cordamolla" del 10% della lunghezza, per evitare sollecitazioni meccaniche nel cavo in caso di assestamento del terreno.

Negli attraversamenti stradali, di cunette o manufatti, il cavo, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sarà posto in tubazioni di PVC del tipo pesante, inglobato in letto di sabbia, o, se necessario, in calcestruzzo.

I cavi posati a vista saranno adeguatamente fissati alle pareti in punti a distanza non superiore a 50 cm senza mai danneggiare l'isolamento esterno dei cavi stessi.

La posa in opera dovrà avvenire a mezzo di idonee grappe che consentano il sicuro fissaggio dei cavi. E' vietato l'impiego di chiodi o rampini inchiodati e poi ribattuti di fianco.

Le eventuali giunzioni dei cavi saranno realizzate con serraggio meccanico a manicotto con apposita attrezzatura o con saldatura a stagno. Dovrà essere assicurato il ripristino dell'isolamento elettrico della parte giuntata, con materiale e modalità tali da assicurare la perfetta impermeabilità del ripristino ed un grado di isolamento equivalente a quello dei cavi giuntati. Non sono ammesse in nessun caso giunzioni a torsioni di filo, oppure nastrate.

Allo scopo di evitare effetti dannosi alle tubazioni, nei punti di connessione, il collegamento del cavo elettrico sarà realizzato mediante saldo brasatura alluminotermica a bassa temperatura.

7. Pozzetti di ispezione

Le testate delle puntazze di terra (elementi dispersori dell'impianto di messa a terra) e gli elettrodi di riferimento a Cu/CuSO<sub>4</sub> dovranno essere ispezionabili, e pertanto saranno alloggiati in pozzetti in calcestruzzo di dimensione esterna minima 35x35x40 cm, eseguiti a perfetta regola d'arte, completi di coperchio in calcestruzzo con maniglia di presa e tubo passacavo; sul centro della parete di fondo sarà realizzato un foro da 150 mm per la installazione delle apparecchiature

8. Collegamenti equalizzatori

I collegamenti equalizzatori potranno essere realizzati con cavo unipolare tipo N07V-K o FG7R, posto in opera a vista nei manufatti contenenti i pezzi speciali; per i collegamenti equalizzatori dovranno essere adottate le seguenti sezioni minime:

- per diametri fino a 350 mm (incluso): 16 mm<sup>2</sup>
- per diametri fino a 900 mm (incluso): 25 mm<sup>2</sup>
- per diametri oltre a 900 mm: superiore a 50 mm<sup>2</sup>

9. Cippi segnacavi

Il percorso dei cavi interrati dovrà essere segnalato con appositi cippi posti in opera ad ogni vertice e, comunque, ad una distanza non inferiore a 20 m l'uno dall'altro; i cippi in calcestruzzo armato, di dimensioni minime 0,20x0,20x0,90 m, dovranno fuoriuscire da terra per almeno 40 cm ed essere posti affogati in un basamento in calcestruzzo di dimensioni 0,60x0,60x0,80 m con la superficie superiore al livello del piano di campagna.

10. Messa a terra

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Tutte le apparecchiature dovranno essere collegate ad un impianto di terra (esistente o di nuova realizzazione) con cavi, trecce o piastre di rame di sezione adeguata e conforme alle vigenti Norme.

Se non esistente, l'impianto di terra sarà progettato e costruito a cura della ditta appaltatrice conformemente alle vigenti Norme CEI, tenendo conto della resistività del terreno e della massima corrente di guasto.

Il valore della resistenza della presa di terra, contenuto nei limiti previsti dalle Norme CEI, dovrà essere garantito per tutto il periodo di garanzia dell'impianto.

Se durante detto periodo tale valore risultasse in qualsiasi momento superiore a quello previsto dalle Norme, la ditta appaltatrice dovrà provvedere a sue spese ad eseguire tutti i lavori necessari a riportare la resistenza della presa di terra al valore predetto, senza comunque incorrere all'imbibizione artificiale del terreno mediante acqua.

I dispersori dell'impianto di terra non devono costituire schermo alla corrente di protezione. A tale fine essi devono essere tenuti ad una sufficiente distanza dalle strutture da proteggere e dagli anodi del sistema di protezione catodica. Qualora ciò non sia possibile essi possono essere localmente rivestiti cercando di non pregiudicare la funzionalità dell'impianto di terra.

11. Provvedimenti per la protezione passiva delle tubazioni in acciaio nelle fasi di trasporto e posa in opera

Per ottenere una buona protezione catodica, è necessario che le tubazioni posate abbiano un buon isolamento, e perciò che nel corso della posa in opera saranno rispettate le prescrizioni tecniche tendenti ad ottenere sulla superficie esterna una sufficiente protezione passiva.

In particolare si dovrà:

- controllare tutti i rivestimenti isolanti compresi i ripristini con strumento tipo Holiday Detectors modello Isotest FL 94, con una tensione minima di 25.000 Volt (UNI ISO)
- curare il ripristino del rivestimento esterno in corrispondenza delle giunzioni e di eventuali lesioni; per rivestimento esterno dei giunti si consiglia l'uso di guaine termorestringenti;
- inserire elementi distanziatori in corrispondenza di incroci o parallelismi ravvicinati con altre tubazioni o strutture metalliche interrate;
- inserire giunti isolanti monoblocco in entrata e in uscita dai vari manufatti.

a) Isolamento dei rivestimenti delle tubazioni

A tubazione posata in opera è necessario eseguire un controllo dello stato del rivestimento isolante e procedere alla riparazione degli eventuali danni subiti dal rivestimento stesso.

Il controllo si eseguirà con opportuno apparecchio di rilevazione a scintille (holiday detector) e la tensione di prova sarà di 20 kV.

1. Riparazione dei danni subiti dal rivestimento

A seguito delle operazioni di carico, trasporto, scarico e messa in opera, il rivestimento potrà subire danneggiamenti rilevabili. In questo caso si deve ricostruire con la massima cura il rivestimento isolante della tubazione secondo il ciclo previsto.

2. Rivestimento dei giunti di saldatura

In corrispondenza dei giunti di saldatura, l'isolamento della tubazione non deve presentare soluzioni di continuità; si deve, perciò, ricostituire con la massima cura il rivestimento isolante della tubazione.

La ricostituzione del rivestimento bituminoso si esegue realizzando il ciclo di verniciatura previsto.

b) Isolamento delle tubazioni da manufatti

Isolamento delle tubazioni in corrispondenza di blocchi di ancoraggio, di briglie o attraversamento di pareti in calcestruzzo.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

In corrispondenza dei blocchi di ancoraggio, di briglie o attraversamenti di pareti in calcestruzzo la superficie della tubazione deve essere isolata dal manufatto. Perciò l'isolamento esistente deve essere lasciato integro. In quei casi in cui il rivestimento è soggetto ad azioni meccaniche, esso dovrà essere accuratamente revisionato ed eventualmente rinforzato.

A titolo esemplificativo, si distinguono i seguenti casi:

1. Isolamento della tubazione inglobata totalmente nel calcestruzzo del blocco di ancoraggio o attraversamento di parete di manufatto.

È opportuno rinforzare l'isolamento della tubazione per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura sovrapponendo a caldo al rivestimento esistente una ulteriore fasciatura di tessuto di vetro impregnato di bitume.

2. Isolamento delle corniere applicate a tubazioni ed inglobate in manufatti in calcestruzzo.

Qualora, per ragioni meccaniche, alla tubazione dovessero essere applicate corniere o zanche d'ancoraggio le stesse devono essere protette con vernici isolanti adatte (ad esempio epossibituminose, epossidiche, etc.).

L'operazione di ricoprimento dovrà essere effettuata prima della posa in opera e dopo che siano state eseguite le operazioni di saldatura delle zanche o corniere.

La lamiera completa di accessori sarà opportunamente preparata per ottenere una ottima adesione del rivestimento.

La preparazione della superficie dovrà corrispondere al tipo St3 delle Norme SIS 055900-1967 (spazzolatura o raschiatura meccanica, tale da ottenere un aspetto brillante metallico molto netto della superficie trattata).

Il rivestimento dovrà avere uno spessore non inferiore ad 1 mm e dovrà, comunque, essere capace di sopportare, senza perdere le sue capacità isolanti, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

In ogni caso il rivestimento isolante dovrà garantire una resistenza di isolamento di 50000 W m<sup>2</sup>, misurata a contatto con acqua salata con metodo a corrente alternata.

Qualora il calcestruzzo che costituisce il blocco d'ancoraggio o la briglia o la parete del manufatto da attraversare fosse armata, la distanza fra i pezzi di armatura e la tubazione metallica, nei punti di attraversamento, deve essere non inferiore 10 cm.

3. Isolamento della tubazione dalle solette di appoggio

Fra la condotta e le solette di appoggio, devono essere interposte lastre o guaine di materiale dielettrico (ad esempio: gomma telata, polietilene, etc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata sia in quelli in cui è ancorata ai sostegni.

Se fra la tubazione e la soletta di appoggio è interposta una lamiera, quest'ultima dal lato del calcestruzzo deve essere ricoperta con materiale isolante, con le modalità riportate nel precedente punto.

Allo stesso trattamento saranno sottoposte le eventuali zanche di fissaggio della lamiera all'appoggio.

4. Isolamento della tubazione da appoggi scorrevoli (rulli e strisciamento)

L'isolamento della tubazione dai rulli di scorrimento potrà essere ottenuta interponendo fra la superficie della tubazione ed il collare di scorrimento opportuni manicotti isolanti o lastre di materiale dielettrico (PE) (figg. 8 e 9).

L'isolamento della tubazione da appoggi o strisciamento può essere realizzato o con il sistema del precedente punto oppure con la realizzazione di un giunto dielettrico secondo le modalità di cui alla fig. 10.

- c) Controllo dell'isolamento in opera

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Controllo della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera e piene di acqua

La tubazione interrata dotata di rivestimento isolante dovrà presentare una resistenza di isolamento non inferiore a  $1000 \text{ W m}^2$  (con tolleranza -  $50 \text{ W m}^2$ ) misurata su una lunghezza di tubazione non inferiore a 500 m.

La misura della resistenza di isolamento sarà eseguita con il metodo proposto dalla Sezione T-2D del Comitato Tecnico della NACE (National Association of Corrosion Engineers) - Pubblicazione 57 - 27 (CORROSION, Vol. 13 n. 12 p. 37) (1957).

Il periodo di intermittenza della corrente di misura sarà di 60 sec con un tempo di attacco di 50 sec.

Le misure delle varie grandezze richiamate in detto metodo saranno eseguite dopo aver fatto circolare, in maniera continuativa, la corrente di misura per un periodo di tempo sufficiente a far polarizzare la tubazione e comunque non inferiore a 5 ore.

Il rilievo dei potenziali in ciascun punto di misura sarà determinato quale media di 5 valori ricavati come differenza tra le letture eseguite a corrente attaccata e corrente staccata, con un voltmetro a resistenza interna non inferiore a  $100.000 \text{ Ohm/V}$  ed a basso tempo di risposta.

La misura della intensità di corrente circolante nel tronco di tubazione in prova potrà essere eseguita anche attaccando il collegamento elettrico fra due tubi contigui.

#### **20.6 MESSA IN SERVIZIO E COLLAUDO**

Sarà effettuato da un collaudatore indicato dall'Appaltatore e consisterà in una prova registrata di protezione catodica, durante la quale e dopo 48 ore dall'inizio della messa in protezione o dell'alimentazione elettrica, tutti i punti della struttura (compresi gli eventuali controtubi degli attraversamenti delle linee ferrotranviarie).

I valori di densità di corrente dispersa dalla superficie esterna della tubazione e dei potenziali di protezione, riferiti all'elettrodo di Cu-Cu/SO<sub>4</sub>, dovranno essere minori o uguali di quelli previsti a progetto.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 21 APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE**

Trattandosi di una fornitura “chiavi in mano” dovranno essere previste tutte le forniture accessorie sotto indicate, necessarie alla logica di funzionamento della macchina (ed alle visualizzazioni in campo) ovvero:

- Dispositivo di sincronizzazione e sincronoscopio.
- Strumentazione per il “quadro di gestione” che sarà dotato di pannello “OP” ed in linea di massima delle seguente strumentazione :
  - Strumento multifunzione per parametri di macchina ( kW - cosfi- amperometro - tensione macchina – tensione di eccitazione ) .
  - Contatore di macchina con emettitore di impulsi.
  - Conta ore funzionamento.
  - strumenti per parametri di turbina (grado di apertura – giri – frequenza - livello di monte ecc).
  - Strumenti per parametri di linea 15 kV (volmetri – amperometri – frequenza rete).
  - Pulsanti per il comando (alternativi allo scada) di avviamento, arresto del gruppo – blocco – riarmo blocco – gruppo in aut-manu – altri pulsanti (che preciseremo in fase di stesura delle logiche) in particolare per la funzione di primo avviamento e per la manutenzione.
- Tutto quanto necessario al corretto funzionamento della centrale con esclusione delle apparecchiature che verranno acquistate dalla committente e che saranno precisate in fase d'ordine.
- Cavi in genere.

Il Fornitore segnalerà in fase di offerta l'elenco dettagliato di dette apparecchiature e la DL si riserva la facoltà di segnalare eventuali integrazioni in relazione alla logica di funzionamento prevista.

È compresa ogni altra apparecchiatura o strumentazione atta a garantire il perfetto funzionamento della fornitura considerando che :

Non è previsto il funzionamento in isola.

Il funzionamento della centrale sarà completamente automatico senza presidio.

A fine montaggi le apparecchiature e le tubazioni dovranno essere perfettamente verniciate nelle parti eventualmente scrostate in fase di montaggio.

Le tubazioni saranno inox per la parte acqua e acciaio normale verniciato per la parte olio. I raccordi di unione tra le tubazioni saranno del tipo saldati SW con manicotto, oppure flangiate tipo “ciocca” per tubazioni di grande diametro.

### **21.1 COLLAUDI**

Il Fornitore dovrà eseguire tutte le prove ed i collaudi necessari ad accertare la completa corrispondenza della fornitura alla presente specifica tecnica ed al documento d'ordine finale.

Il Fornitore dovrà assicurare che gli organi rotanti saranno in grado di sopportare la velocità di fuga per almeno un'ora. Il fornitore dovrà anche specificare il valore della velocità di fuga permanente accettata dal sistema turbina-alternatore.

La bulloneria di collegamento dei componenti in acciaio inox sarà in acciaio inox.

Tutte le parti soggette a pressione idraulica saranno provate presso le officine del fornitore, alla presenza della DL, prima della spedizione, ad una pressione di prova pari a 1,5 volte il valore massimo di esercizio. Durante la prova la massima sollecitazione dei materiali non sarà superiore a 0,7 del relativo carico unitario di snervamento; lo stesso limite sarà rispettato anche per le parti rotanti nelle condizioni più gravose di fuga.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

L'accettazione della fornitura è subordinata all'esito positivo delle prove e collaudi eseguiti in presenza del Committente o di chi da esso incaricato. Le prove ed i collaudi saranno eseguite presso il Fornitore o suoi Subfornitori e/o al termine dell'installazione.

I costi delle prove ed i collaudi sono a carico del fornitore. Il Committente dovrà essere anticipatamente avvertito, almeno 15 giorni prima, sulla data di esecuzione dei collaudi e sarà sua facoltà decidere se intende assistere, o meno, a tali collaudi oppure se delegare l'assistenza ad un suo rappresentante.

Il Fornitore fornirà in fase di accettazione d'ordine un piano dettagliato per i controlli di qualità (PCG).

Le prove di accettazione dovranno prevedere almeno le seguenti indagini non esaustive:

- Verifiche dimensionali
- Prove funzionali (meccanico/elettrico) in centrale per la messa in servizio industriale : tutte le prove di messa a punto necessarie per la messa in servizio industriale della macchine a regime e durante i transitori saranno da voi condotte sotto la Vs responsabilità e con Vs strumentazione .In particolare saranno eseguite le seguenti prove:
  - regolazione della velocità
  - Chiusura della valvola di macchina sotto flusso a piena portata ed a portate diverse.
  - Attacchi e stacchi di carico
- Verifica delle pressioni in condotta
- Prove dei dispositivi ausiliari e delle logiche di processo
- Verifica dei rendimenti

Il Committente si riserva la facoltà di effettuare ispezioni negli stabilimenti del Fornitore ed in quelle dei Subfornitori delle apparecchiature allo scopo di verificare lo stato di avanzamento della fornitura.

## **21.2 GARANZIA**

Il Fornitore dovrà garantire, in forma scritta, che le apparecchiature sono state progettate e costruite secondo le normative e/o legislazione applicabile ed, in mancanza di queste, a regola d'arte, oltre che secondo la presente specifica tecnica. Il Fornitore sarà tenuto a riparare/sostituire a sue spese nel più breve tempo possibile le apparecchiature o le parti di esse che risultassero difettose o non rispondenti a quanto sopra riportato. La durata della garanzia sarà indicata in ordine. In tal caso la garanzia dei componenti sostituiti verrà estesa con lo stesso criterio della garanzia contrattuale.

## **21.3 GENERATORI**

Il generatore dovrà essere provvisto dei seguenti accessori:

- n°6 termoresistenze PT100 avvolgimento statore (una PT100 per fase tra le matasse ed una PT 100 per fase in fondo cava);
- n°1 termoresistenza PT 100 per cuscinetto (totale 2 PT 100);
- livellostati a doppi contatti per cuscinetti;
- resistore anticondensa (220 v, monofase 50 Hz);
- una morsettiera ausiliaria per la strumentazione sopra descritta;
- una morsettiera di linea contenente TA e TV necessari al sistema di eccitazione;
- una morsettiera di centro stella;
- eventuali attrezzature particolari necessarie al montaggio o allo smontaggio.

Il generatore dovrà essere provvisto di eccitatrice di tipo brushless. Il rotore dell'eccitatrice dovrà essere montato coassialmente con il rotore principale sull'albero del generatore, dal lato opposto all'accoppiamento con la turbina. Il disco raddrizzatore dovrà essere a 6 diodi (ponte di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

raddrizzamento trifase a doppia semionda). Lo statore dell'eccitatrice dovrà essere montato sullo scudo lato opposto all'accoppiamento con la turbina.

#### **21.4 SISTEMA DI ECCITAZIONE E REGOLATORE DI TENSIONE**

Il sistema di eccitazione dovrà essere corredato di relativi accessori (regolatore di tensione, rilevatori guasti diodi, schede varie per la gestione della propria logica e del parallelo ecc.). Tali accessori potranno essere forniti scolti e tuttavia, dovranno essere forniti gli schemi e le istruzioni per essere alloggiati nel quadro di gestione. In particolare esso dovrà comprendere le seguenti funzioni minimali:

- regolazione manuale della tensione del generatore;
- regolazione automatica della tensione del generatore;
- regolazione della tensione coordinata con il dispositivo di parallelo;
- regolazione della potenza reattiva durante la marcia in parallelo ( $Q = \text{costante}$ );
- regolazione del fattore di potenza del generatore ( $\text{fi} = \text{costante}$ );
- segnalazione guasto regolatore automatico;
- limiti di sovra/sottoeccitazione.

#### **21.5 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO**

Le specifiche tecniche di appalto preciseranno se il sistema di raffreddamento del generatore sarà del tipo ad aria o ad acqua.

Per quanto concerne invece il circuito d'olio ed il raffreddamento in ciclo chiuso dei cuscinetti, il fornitore del generatore si impegna in responsabilità solidale con il fornitore della turbina – che ne ha l'onere esecutivo - al fine di trasmettere tutti gli elementi necessari onde permettere di avere una unica centralina ed un unico circuito d'olio e di raffreddamento per i cuscinetti del generatore e della turbina.

#### **21.6 PROVE E COLLAUDI**

Il Fornitore dovrà eseguire tutte le prove ed i collaudi necessari ad accertare la completa corrispondenza della fornitura alla presente specifica tecnica. L'accettazione della fornitura è subordinata all'esito positivo delle prove e collaudi eseguiti in presenza del committente o di chi da esso incaricato. Le prove ed i collaudi saranno eseguite presso il Fornitore o suoi Subfornitori e/o al termine dell'installazione. I costi delle prove ed i collaudi sono a carico del Fornitore.

Il Committente dovrà essere anticipatamente avvertito, almeno 15 giorni prima, sulla data di esecuzione dei collaudi e sarà sua facoltà decidere se intende assistere, o meno, a tali collaudi oppure se delegare l'assistenza ad un suo rappresentante.

Le prove di accettazione dovranno prevedere almeno le seguenti indagini non esaustive:

- esame a vista e controllo dimensionale;
- verifica della corrispondenza ai dati progettuali;
- analisi chimica (certificazione) delle masse metalliche (mozzo albero, piastroni pressa pacco, tiranti ecc);
- pacco statore : prova di magnetizzazione;
- prove di isolamento con tensione ad impulso;
- prove di isolamento con tensione applicata a frequenza industriale;
- prova di isolamento con tensione indotta;
- misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti;
- misura delle perdite, dei rendimenti e delle correnti a vuoto;
- verifica degli accessori e del loro funzionamento;

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- prove sui componenti;
- perfetta bilanciatura della macchina;
- prova di sovra velocità;
- prove da eseguirsi in centrale:
  - controlli funzionali;
  - misura della resistenza di isolamento dell'avvolgimento di campo e di armatura;
  - prova di tenuta isolamento con tensione applicata in c.c.;
  - indice di polarizzazione dell'avvolgimento statorico;
  - misura della resistenza ohmica a temperatura ambiente dell'avvolgimento di campo e di armatura;
  - prova di magnetizzazione a vuoto;
  - misura delle vibrazioni;
  - Prova di stacco carico e verifica corretto funzionamento regolatore di tensione;
  - verifica della corretta funzionalità del regolatore di tensione (in particolare a cosfi costante);
  - taratura e controllo interventi limiti di sovra sottoeccitazione con macchina in parallelo.

Il Committente si riserva la facoltà di effettuare ispezioni negli stabilimenti del Fornitore ed in quelle dei Subfornitori delle apparecchiature allo scopo di verificare lo stato di avanzamento della fornitura.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**Art. 22 FONDAZIONI SPECIALI: DIAFRAMMI PLASTICI, HPDE, C.A., PALI GETTATI IN OPERA, MICROPALI, TIRANTI DI ANCORAGGIO**

**22.1 DIAFRAMMI PLASTICI**

**22.1.1 Generalità**

I diaframmi impermeabili saranno del tipo continuo e composti da miscele plastiche (fanghi autoindurenti), dello spessore non inferiore a 60 cm, con possibile ammorsamento per un metro su banco di limo argilloso ivi esistente oppure spinti ad una profondità tale da deprimere il carico piezometrico ed il flusso di filtrazione.

Il fango costituente il diaframma sarà ottenuto, per intima miscelazione, con acqua, bentonite e cemento in polvere, in modo da ottenere una sospensione finemente dispersa nell'acqua; per una buona esecuzione dell'opera potrà essere necessario aggiungere degli additivi (ritardanti o fluidificanti). La miscelazione dovrà avvenire mediante agitazione ad alta turbolenza.

L'impianto di cantiere dovrà essere concepito in modo da consentire, oltre ad una efficace miscelazione, anche un adeguato tempo di maturazione del fango bentonitico, prima dell'introduzione del cemento.

**22.1.2 Caratteristiche dei materiali**

Le bentoniti da usarsi dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

- residuo al setaccio n° 38 della serie UNI n° 2331-2332:  $\leq 1\%$ ;
- umidità:  $\leq 15\%$ ;
- limite liquido :  $\geq 440$ ;
- viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata:  $\geq 40''$ ;
- decantazione in 24 ore della sospensione al 6%:  $< 2\%$ ;
- acqua separata per pressofiltrazione di  $450 \text{ cm}^3$  di sospensione al 6% in 30' alla pressione di 700 kPa:  $< 18 \text{ cm}^3$ ;
- pH del filtrato:  $\geq 7$ ;  $\leq 9$ ;
- spessore del cake su filtro della filtropressa:  $\leq 2.5 \text{ mm}$ .

Il dosaggio della bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare compreso tra il 4% ed il 7%.

Il cemento da usarsi per la confezione del fango autoindurente dovrà essere del tipo Portland, pozzolanico o di altoforno. Il dosaggio del cemento, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare compreso tra il 25% ed il 30 %.

Il fango cemento-bentonitico, autoindurente, dovrà avere le seguenti caratteristiche iniziali:

- viscosità Marsh: 38" - 50"
- densità 11.4-11.2 kN/m<sup>3</sup> (1140÷120 kgf/m<sup>3</sup>)

La temperatura dell'acqua usata per ottenere il fango dovrà essere  $\geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$ , all'atto della miscelazione.

**22.1.3 Modalità esecutive**

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà provvedere a stabilire esattamente sul terreno la posizione del diaframma a mezzo di picchetti saldamente infissi nel terreno in corrispondenza del prolungamento dell'asse del diaframma stesso, in accordo con i disegni di progetto.

Lo scavo dovrà essere eseguito con benna guidata operante entro fango in quiete che riempirà completamente la trincea in esecuzione, mantenendo stabili le pareti. Durante le operazioni di scavo i fanghi dovranno essere sufficientemente fluidi per consentire l'esecuzione del lavoro.

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione dal fango di perforazione. L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere il peso volumico del fango presente nello scavo entro valori non superiori a 13 kN/m<sup>3</sup> (1300 kgf/m<sup>3</sup>).

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Durante la perforazione, il livello del fango dovrà essere costantemente mantenuto in prossimità del piano di lavoro e, in nessun caso, dovrà avere un carico inferiore a 1 metro rispetto alla quota piezometrica dell'eventuale falda acquifera.

Dovranno comunque essere previste riserve di fango fresco senza cemento per far fronte ad eventuali perdite.

Al termine della fase di scavo, l'Impresa dovranno procedere alla accurata pulizia del fondo della trincea dai detriti di perforazione e dal terreno smosso che eventualmente vi si trovassero, nonché alla sostituzione totale o parziale del fango bentonitico da depurare.

Al termine delle suddette operazioni, i fanghi verranno lasciati nella trincea alla quota prescritta per la testa del diaframma, onde costituire l'elemento definitivo di tenuta impermeabile.

Lo scavo dovrà essere eseguito per conci alternati di lunghezza pari a 2,50 m e lasciando, tra i conci contigui, un setto di lunghezza pari a 1,90.

Dopo un intervallo di tempo necessario ad assicurare al fango un grado di rigidificazione tale da garantirne la stabilità, verranno scavati i conci intermedi. Questi dovranno intaccare ambedue i conci contigui per una lunghezza non inferiore a 30 cm per lato, da valutarsi in funzione della profondità del diaframma.

Il diaframma finito dovrà risultare perfettamente contiguo ed omogeneo, sia longitudinalmente che trasversalmente, onde assicurare la tenuta idraulica. Dopo 28 giorni dalla sua esecuzione, il diaframma dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione:  $0,05 \div 0,10 \text{ N/mm}^2$  ( $0,5 \div 1 \text{ kgf/cm}^2$ );
- deformazione a rottura: 1 - 3%;
- impermeabilità:  $> 10^{-6} \text{ cm/s}$ ;
- Prove di accettazione e controllo.

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà provvedere all'effettuazione di sondaggi geognostici ed alla successiva presentazione di una dettagliata relazione tecnica ove risultino le caratteristiche stratigrafiche dei terreni attraversati e la esatta composizione della miscela da adottare in conformità alla natura dei terreni.

Durante l'esecuzione dei lavori la D.L. misurerà, in presenza dell'Impresa, la profondità raggiunta dal diaframma: la misura sarà eseguita al termine delle operazioni di scavo e prima che il fango si sia irrigidito.

Durante il getto della miscela verranno prelevati dei campioni, su alcuni dei quali, da un laboratorio ufficiale, verranno effettuate delle prove di viscosità e densità, onde accertare la corrispondenza con i valori indicati nel paragrafo precedente. Sempre sui campioni prelevati durante il getto, dopo maturazione di 28 giorni, verranno effettuate le prove tendenti a verificare che la resistenza a compressione la deformazione a rottura e la permeabilità rispettino i valori prescritti.

Il numero di campioni (o prelievi) ed i criteri di accettazione seguiranno le modalità riportate nell'allegato n° 2 del D.M. del 14 febbraio 1992 per i controlli di tipo B.

La D.L. potrà inoltre richiedere all'Impresa di eseguire dei carotaggi del diaframma per tutta la sua profondità, onde accertarne ulteriormente le caratteristiche fisiche e meccaniche. Il carotaggio dovrà essere eseguito con apposita sonda a rotazione, almeno 28 giorni dopo il completamento del concio in esame.

Qualora le prove risultassero negative o dai suddetti controlli dovesse risultare, a qualsiasi livello, un'esecuzione difettosa (presenza di cavità, intrusione di terreno, fessurazioni, ecc.), la D.L. rifiuterà l'opera ordinando a suo insindacabile giudizio, opere e provvedimenti riparatori.

Tali interventi saranno a totale carico dell'Impresa.

## **22.2 DIAFRAMMI IMPERMEABILI IN PANNELLI DI HDPE**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **22.2.1 Generalità**

I diaframmi impermeabili in pannelli di HDPE saranno utilizzati nei casi in cui sarà necessario garantire, nel tempo, una permeabilità inferiore a  $10^{-9}$  m/s e saranno costituiti da pannelli in HDPE, forniti di giunto a maschio e femmina, inseriti all'interno di un diaframma plastici.

### **22.2.2 Caratteristiche dei materiali**

Il pannello in HDPE dovrà essere prodotto con polimero base vergine non rigenerato, dovrà avere un contenuto minimo di nerofumo del 2% e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 2 mm
- densità (ASTM 1505):  $9.4 \text{ kN/m}^3$  ( $940 \text{ kgf/m}^3$ )
- tensione di snervamento (ASTM D638): 320 N/cm (32 kgf/cm)
- tensione di rottura (ASTM D638): 540 N/cm (54 kgf/cm)
- allungamento a snervamento (ASTM D638): 12%
- allungamento a rottura (ASTM D638): 600%
- resistenza allo strappo: (NEN 3056): 130 N/mm (13 kgf/mm)
- resistenza al punzonamento (FTMS 101B): 211 N/mm (21 kgf/mm)

All'interno del giunto a maschio e femmina dovrà essere inserito un profilo ad espansione in neoprene in grado di assicurare la tenuta idraulica tra pannello e pannello.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti il diaframma plastico si rimanda a quanto riportato nel capitolo precedente.

### **22.2.3 Modalità esecutive**

Il pannello di HDPE andrà inserito all'interno di un diaframma plastico di spessore non inferiore a 40 cm, realizzato secondo le modalità riportate nel capitolo precedente, mediante l'utilizzo di una guida speciale in acciaio di larghezza uguale a quella del pannello. La base della guida di acciaio sarà dotata di punte che consentiranno di fissare il pannello alla guida con risvolto ad uncino, mentre delle ancorette metalliche a perdere, inserite tra il pannello ed il fondo della guida in acciaio, permetteranno il corretto ancoraggio del pannello alla profondità voluta e, contemporaneamente, fungeranno da distanziatori agevolando la centratura del pannello all'interno della trincea.

Nella parte superiore il pannello sarà adeguatamente imbullonato alla guida in acciaio.

Nel caso fosse necessario saldare fra loro due pannelli, la saldatura dovrà essere realizzata a doppia pista, a cuneo caldo: si dovranno portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione.

La larghezza della saldatura non dovrà essere inferiore a 40 cm, mentre il canale di pista per la prova ad aria compressa e ogni singola pista non dovranno avere larghezza inferiore a 13 cm.

### **22.2.4 Prove di accettazione e controllo**

La geomembrana in HDPE dovrà essere fornita in rotoli e ciascuno di questi dovrà riportare le seguenti indicazioni:

- il nome del produttore;
- il materiale;
- il numero del rotolo;
- la tensione di snervamento;
- la tensione di rottura;
- l'allungamento a rottura;
- la resistenza allo strappo;
- la resistenza al punzonamento.

Tali indicazioni dovranno dimostrare il rispetto dei valori minimi richiesti.

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 100 metri lineari di diaframma. Se i risultati delle

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Nel caso risultasse necessario realizzare delle saldature a doppia pista, il controllo delle stesse avverrà sul 100% delle saldature eseguite mediante aria compressa nel canale di prova, alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del materiale:

Temperatura materiale in °C	Pressione in bar
da +5 a +20	5
da +20 a +35	4
da +35 a +50	3

La pressione d'aria sarà mantenuta per 10 minuti, ammettendo una caduta massima di pressione del 20%; la pressione andrà misurata con un manometro montato all'estremità del canale opposta a quella di ingresso dell'aria compressa.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica, che restano a totale carico dell'Impresa, verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Per le prove di accettazione e controllo relative al diaframma plastico si rimanda a quanto riportato nel capitolo precedente.

### **22.3 PALI DI FONDAZIONE GETTATI IN OPERA**

#### **22.3.1 Generalità**

Le seguenti specifiche si riferiscono alla esecuzione di pali e micropali di fondazione gettati in opera con o senza bulbo base. L'Impresa fornirà tutti i materiali, impianti, mano d'opera e mezzi necessari per eseguire i suddetti pali in accordo con quanto indicato nei disegni di progetto esecutivo ed in queste specifiche e/o richiesto dalla Direzione Lavori.

#### **22.3.2 Perforazione**

Prima di iniziare qualsiasi lavoro di perforazione o di scavo dei pali, l'Impresa dovrà picchettare sul terreno la posizione esatta di ognuno di essi con il relativo numero di riferimento. Costituirà altresì delle basi di riferimento fuori area in modo da poter facilmente riubicare i picchetti che venissero spostati durante il corso dei lavori.

La perforazione potrà venire eseguita in vari metodi sia a rotazione che a percussione. Il tubo di contenimento avrà il medesimo diametro del palo finito e la parte inferiore sarà fornita di una corona tagliente per facilitare l'opera di abbassamento nel terreno del tubo. Prima di iniziare le operazioni di scavo il tubo dovrà essere posto esattamente nella posizione finale e con l'inclinazione richiesta (solo per pali inclinati).

Quando possibile, l'infissione del tubo di contenimento dovrà precedere le operazioni di scavo le quali saranno alternate all'abbassamento del tubo. Non sarà permesso all'Impresa di scavare al di sotto della corona tagliente del tubo salvo, se approvato dalla Direzione Lavori, non si incontrino strati di materiali compatti. I pali inclinati saranno scavati con l'angolo di inclinazione indicato nei disegni o richiesti dalla Direzione Lavori. Dopo aver completate le operazioni di scavo e di abbassamento del tubo, il foro verrà ispezionato internamente, controllata e registrata la profondità.

Il materiale di risulta della perforazione dei pali sarà allontanato dal cantiere e portato alle discariche.

Queste operazioni sono comprese nel prezzo del palo. Nel caso si incontrassero dei massi di roccia durante lo scavo, l'Impresa darà immediata notizia alla Direzione Lavori e procederà alla rimozione od alla demolizione secondo le disposizioni impartite per superare l'ostacolo.

Nel caso sia richiesta la formazione di un bulbo di appoggio sul fondo del palo, si dovrà fermare il tubo di contenimento al di sopra del bulbo che sarà eseguito o con trivelle a rotazione di tipo espansivo o con benne mordenti speciali o semplicemente con costipazione del calcestruzzo durante il getto del palo. In generale, la perforazione del palo entrerà per lo meno 2 - 3 m negli strati più duri e compatti. La profondità sarà approvata dalla Direzione Lavori.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

**22.3.3 Tolleranze**

Lo scostamento fra la effettiva posizione della testata del palo e la prescritta posizione planimetrica sarà al massimo di 10 cm. La deviazione dalla verticale non dovrà essere superiore all'1% su tutto il palo; per quelli inclinati la deviazione sarà del 4% dall'asse indicato.

**22.3.4 Registrazione della Stratigrafia**

Durante le operazioni di perforazione di tutti i pali, l'Impresa dovrà registrare accuratamente su apposito registro gli spessori e le caratteristiche dei terreni incontrati ed il livello dalla falda freatica.

Ogni cambiamento inaspettato della stratigrafia, particolarmente nella parte più profonda del palo sarà immediatamente comunicato alla Direzione Lavori. Si recupereranno e si conserveranno campioni dei vari materiali incontrati durante lo scavo.

**22.3.5 Calcestruzzi**

I calcestruzzi per la formazione dei pali di fondazione saranno del tipo A e B come descritto, con tutti gli oneri, requisiti, trasporto e prove specificati al capitolo I - Calcestruzzi. Nei getti in presenza d'acqua il dosaggio del cemento non dovrà essere inferiore a 350 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

**22.3.6 Getto del Calcestruzzo**

**22.3.6.1 Generalità**

L'Impresa dovrà comunicare con anticipo alla Direzione Lavori la data di inizio del getto di un palo per ottenere l'autorizzazione scritta.

Non si potrà eseguire il getto se la Direzione Lavori reputa che la condizione e la preparazione per il getto non siano sufficienti o che non garantiscano la perfetta esecuzione dello stesso. Avuta l'autorizzazione, il getto potrà avvenire solamente in presenza di rappresentante autorizzato della Direzione Lavori.

Si dovrà, per quanto possibile, prosciugare il foro del palo dall'acqua di percolazione o filtrazione ed eseguire il getto all'asciutto.

Quando ciò non è possibile si dovranno prendere le precauzioni descritte più avanti.

**22.3.6.2 Getto all'asciutto**

L'Impresa dovrà lavare, pulire e prosciugare il foro prima di iniziare il getto del calcestruzzo. Il getto dovrà procedere in modo continuo depositando di volta in volta strati di 60 - 100 cm di altezza. Il tubo di contenimento verrà via via sollevato seguendo l'avanzamento del getto in maniera che una parte di esso rimanga sempre immerso nel calcestruzzo già gettato. I metodi utilizzati dall'Impresa per il getto del calcestruzzo nel foro del palo, saranno approvati dalla Direzione Lavori.

**22.3.6.3 Getto in presenza d'acqua**

Quando non sia possibile prosciugare il foro del palo, il calcestruzzo dovrà essere depositato sul fondo a mezzo di una tramoggia con tubo la cui estremità inferiore rimanga sempre annegata nel calcestruzzo gettato, o con benne ad apertura comandata del fondo. Si dovrà in ogni maniera evitare che il calcestruzzo venga dilavato dall'acqua o che il tubo di getto o la benna comandata non siano di almeno 40 - 50 cm annegati nel calcestruzzo fresco. Ogni onere per getti in presenza d'acqua è compreso nel prezzo per il palo.

**22.3.6.4 Vibrazione e consolidamento del calcestruzzo**

Il calcestruzzo posto nei fori asciutti potrà essere vibrato con adatti vibratorii a stelo per immersione oppure costipati con pestelli di vario peso approvato.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Questo sistema può essere uno dei metodi per la formazione dei bulbi di fondazione sul fondo del palo. La velocità dei vibratorii non dovrà essere inferiore a 6000 giri/min.

La vibrazione ed il consolidamento dei calcestruzzi gettati in presenza d'acqua saranno di volta in volta studiati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione Lavori.

**22.3.6.5 Condizioni particolari di getto**

- a) Getto con pioggia  
L'Impresa non potrà eseguire getti durante le piogge. Se dovesse cominciare a piovere dopo che è stato iniziato il getto, l'Impresa dovrà prendere tutti i provvedimenti per impedire che l'acqua e la pioggia penetrino nel foro del palo o bagnino il calcestruzzo durante la confezione, il trasporto ed il getto.
- b) Blocco dell'impianto di betonaggio.  
Nel caso di blocco dell'impianto di confezionamento del calcestruzzo, l'Impresa dovrà usare un sistema alternativo già predisposto in modo da poter completare il getto del palo.
- c) Getto in tempo di gelo  
Vale quanto specificato nel capitolo dei calcestruzzi.
- d) Tempo di presa.  
La parte di palo che emerge dal terreno sarà tenuta umida o con acqua polverizzata o con sacchi bagnati, per almeno due settimane dopo il getto del palo.

**22.3.6.6 Ferro d'Armatura**

Per il ferro d'armatura vale quanto già specificato al relativo capitolo di queste specifiche; le gabbie di armatura, generalmente composte con staffe a spirale, saranno tenute in opera a mezzo di supporti provvisori fino alla fine del getto. L'armatura dovrà sporgere di almeno 50 diametri al di sopra della testa finita del palo.

**22.3.6.7 Preparazione della Testa del Palo**

A presa del calcestruzzo ultimata, cioè dopo almeno 20 giorni dal getto, l'Impresa avrà cura di scalpellare e rinvigire la superficie orizzontale della testata del palo fino a raggiungere la quota di progetto. I ferri di armatura emergenti, saranno puliti da eventuali tracce di cemento depositatosi durante il getto.

**22.3.6.8 Prove di Uniformità del Getto**

Oltre alle prove sui calcestruzzi prescritte la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di sondaggi con recupero di campioni lungo i pali già eseguiti: se il getto risulterà omogeneo il costo del sondaggio verrà riconosciuto all'Impresa, altrimenti sarà a suo carico.

**22.3.7 Prove di Carico**

**22.3.7.1 Generalità**

L'Impresa dovrà eseguire dei pali di prova e quindi porli sotto carico per verificare il comportamento del palo stesso al variare dei carichi e dei tempi.

Tali pali di prova, di uguali caratteristiche costruttive degli altri pali in progetto, dovranno essere in numero minimo di due, nelle posizioni concordate con la Direzione Lavori.

Il diametro ed il numero di questi pali sarà indicato con anticipo dalla Direzione Lavori.

Le prove dovranno determinare il rapporto fra i carichi applicati ed i cedimenti.

**22.3.7.2 Perforazione dei Pali**

Durante la perforazione dei pali, l'Impresa dovrà redigere accuratamente un prospetto stratigrafico del terreno attraversato e dovrà recuperare campioni rappresentativi di ogni tipo di

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

materiale, lo spessore dello strato e le esatte quote della loro ubicazione rispetto al piano di campagna.

L'Impresa dovrà altresì informare la Direzione Lavori di ogni franamento delle pareti del foro e di riflusso di materiale sul fondo.

**22.3.7.3 Zavorra di Carico**

Il carico verrà posto in cassoni, piattaforme, intelaiature poste sopra le testa del palo ed appoggiata su supporti laterali.

La zavorra sarà formata da sabbia, cemento, blocchi di calcestruzzo, profilati di acciaio, pani di ghisa etc., il tutto per formare un carico totale superiore di almeno il 10% a quello massimo previsto dalla prova. Per l'applicazione del carico sul palo verrà utilizzato un martinetto idraulico posto fra la testata del palo stesso e la piattaforma di carico.

Per il carico, l'Impresa potrà adottare altri sistemi approvati preventivamente dalla Direzione Lavori.

**22.3.7.4 Misurazione degli Assestamenti**

L'attrezzatura per la misura degli assestamenti sarà composta dai seguenti elementi: 2 travi laterali in profilati di ferro appoggiate a supporti posti a distanze non inferiori a 3 m dal palo fissate saldamente agli appoggi, 3 micrometri ad asta mobile con corsa totale superiore a 5 cm. I micrometri saranno solidali con la testa del palo ed appoggeranno l'asta scorrevole sulle due travi per controllare gli spostamenti ed i cedimenti del palo. Il manometro collegato con il martinetto idraulico dovrà essere controllato e tarato da un Laboratorio Ufficiale il quale emetterà un certificato di garanzia della precisione. Il manometro dovrà essere graduato ad intervalli massimi di 5 t.

**22.3.7.5 Esecuzione della Prova**

L'Impresa dovrà spianare la testata del palo perfettamente piana ed orizzontale formando un cappello in calcestruzzo rinforzato da una lamiera di ferro per l'appoggio del martinetto.

Ogni palo di prova dovrà essere caricato e scaricato in 3 fasi come più sotto descritto. La Direzione Lavori potrà in ogni momento variare la procedura se lo ritiene opportuno.

**1° Fase:**

Il carico dovrà essere aumentato partendo da zero al carico prescritto secondo le seguenti indicazioni:

- da 0 a 60 ton con incrementi di 10 t per pali da 600 mm di diametro.

Ogni incremento successivo verrà applicato solamente quando il palo, sotto il carico antecedente mantenuto costante con martinetto, praticamente non manifesterà più cedimenti. Gli assestamenti saranno misurati con una precisione di 0,1 mm.

Raggiunto il massimo del carico previsto, questo sarà mantenuto costante sul palo, sempre a mezzo del martinetto idraulico, per almeno 3 ore prendendo almeno 4 letture degli assestamenti in questo tempo. Il palo sarà poi scaricato procedendo con successivi scarichi ad intervalli di 5 minuti, con le medesime modalità seguite per il carico. Il rinvenimento del palo sarà registrato ad ogni diminuzione del carico.

Letture saranno eseguite per altre 3 ore a palo completamente scarico.

**2° Fase :**

Il carico sarà portato da 0 al massimo previsto nella 1° Fase con incrementi di 10 ton in dieci minuti. Dopo aver raggiunto il massimo carico della 1<sup>a</sup> Fase e registrato gli assestamenti relativi, il carico sarà portato fino a 110 ton. Gli aumenti del carico e le letture saranno eseguiti come per la prima fase. Dopo, a carico di 2<sup>a</sup> Fase completo, questo rimarrà costante per almeno 1 ora, poi sarà scaricato fino a 60 ton leggendo i rinvenimenti del palo.

A questo punto il palo verrà ricaricato a 110 ton seguendo le modalità già descritte e poi nuovamente scaricato. Il tutto per 3 volte di seguito. Il carico finale della terza volta dovrà rimanere costante per almeno 24 ore prima di essere scaricato del tutto in dieci minuti.

**3° Fase :**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Il carico sarà portato nuovamente a 110 ton in dieci minuti. Dopo aver preso lettura degli assestamenti sotto i nuovi carichi, i carichi stessi saranno portati a 150 ton. La procedura e le letture saranno le stesse della 1° Fase. Il massimo carico sarà mantenuto costante per 12 ore prima di scaricarlo completamente in dieci minuti.

**22.3.7.6 Rapporto**

Il rapporto preparato e redatto dall'Impresa comprenderà le seguenti informazioni:

- una pianta dettagliata indicante la posizione esatta dei pali di prova marcati con numeri progressivi;
- descrizione delle caratteristiche del terreno in corrispondenza dei pali prova;
- descrizione del palo; data del getto; tipo di palo e metodo di scavo; diametro e descrizione del tubo di contenimento; quantità di calcestruzzo impiegato; tipo di calcestruzzo e sua miscela; annotazioni riguardanti qualsiasi evento anormale occorso durante l'esecuzione del palo;
- data e ora di inizio e di termine delle prove sul palo assieme alle condizioni meteorologiche;
- tutti i dati relativi al martinetto idraulico, al manometro dell'olio e la loro sistemazione; un tabulato di carichi e degli assestamenti letti durante le prove di carico e scarico;
- un diagramma che rappresenti con una curva i risultati delle prove sui parametri tempo - carico - assestamento.

**22.3.7.7 Verifica della Portata dei pali eseguiti**

In fase di avanzamento dei lavori saranno eseguiti prove di portanza su pali già completati e stagionati per più di 28 giorni.

Verrà provato almeno un palo ogni 30 eseguiti; La Direzione Lavori potrà richiedere prove aggiuntive fino ad un massimo complessivo di una prova ogni 20 pali eseguiti; il carico totale sarà pari a 110 ton, corrispondente a circa 1,5 volte il carico di progetto previsto; in condizioni normali di esercizio, e circa pari al carico massimo in presenza di massima piena. Ogni prova sarà eseguita portando il carico al massimo previsto in quattro incrementi: il primo sarà esattamente la metà del carico totale, gli altri tre 1/6 di detto carico. Non si aumenterà il carico con quello successivo fintanto che gli assestamenti non siano inferiori a 0,1 mm in 10 minuti. Quando sarà completato il carico, questo sarà mantenuto costante per 12 ore facendo le letture degli assestamenti ogni ora.

Alla fine il palo sarà scaricato diminuendo il carico con le quantità previste per la 1° Fase e con intervalli di tempo non inferiori a 5 minuti.

La lettura finale sarà fatta 24 ore dopo che le operazioni di scarico saranno state ultimate.

L'assestamento permanente del palo non potrà essere superiore a 0,25 mm per tonnellata applicata. Se si riscontrassero anomalie durante la prova del palo o i risultati della prova fossero inaccettabili a causa della cattiva formazione del palo, l'Impresa, a sue spese, eseguirà la medesima prova sul palo più vicino a quello provato.

L'Impresa inoltre redigerà un rapporto completo.

**22.4 MICROPALI**

**22.4.1 Generalità**

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:

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Tipo A) riempimento a gravità;

Tipo B) riempimento a bassa pressione;

Tipo C) iniezione ripetuta ad alta 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 superi orientativamente i 2000 kg/cmq;

Tipo B) e C), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 2000 kg/cmq.

In particolare la modalità tipo C) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

#### **22.4.2 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 messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione di micropali da pagarsi con i prezzi di elenco.

#### **22.4.3 Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori;
- 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'Impresa.

#### **22.4.4 Preparazione del piano di lavoro, tracciamento**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante la perforazione, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, 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 quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

#### **22.4.5 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 i tipi a) e C) 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

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

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, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo di lavorazione.

Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. II.9 e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

#### **22.4.6 Armatura con barre di acciaio per c.a.**

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione: la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per la saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto nel progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m.

#### **22.4.7 Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio Fe 49/51 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.

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 perforo, 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 perforo.

#### **22.4.8 Riempimento a gravità**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Il riempimento del perforo, 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 allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare 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, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

#### **22.4.9 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/cmq) 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.

#### **22.4.10 Iniezione ripetuta ad alta pressione**

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

- I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
- II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione, la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitate alle valvole per le quali:
  - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
  - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superiori 7 kg/cmq.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

#### **22.4.11 Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali**

Rapporto acqua/cemento: < 0,5

Resistenza cubica:  $R'_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ .

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.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

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 m<sup>3</sup> di impasto;
- per la paste, kg 900 di cemento per m<sup>3</sup> 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.

**22.4.12 Controlli e misure**

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota terreno, verrà misurata in doppio modo:

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

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

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407 - 69;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding), mediante buretta graduata di diametro  $\geq 30$  mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cc il peso specifico del cemento e 2,65 g/cc quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste dalla Direzione Lavori.

**22.4.13 Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori 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;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso, di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

**22.5 TIRANTI DI ANCORAGGIO**

**22.5.1 Generalità**

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione ed atti a trasmettere forze al terreno.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la tesa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione) che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto i tiranti si distinguono in:

- provvisori, se la durata della funzionalità non supera i 30 mesi;
- permanenti, se la durata della funzionalità eguaglia o supera i 30 mesi.

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nei disegni di progetto esecutivo.

**22.5.2 Prove tecnologiche preliminari**

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un'adeguato numero di tiranti preliminari di prova, che saranno pagati con i relativi prezzi di elenco.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero dovrà essere pari ad almeno il 2% del numero totale dei tiranti con un minimo di 2.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova, e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni "A.I.C.A.P." su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1983).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di tiranti prova.

**22.5.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali**

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno 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 messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto che saranno pagati con i relativi prezzi di elenco.

L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'Impresa:

- il grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda risulta < 3 gradi F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6;
- il contenuto in CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub> dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni SO<sub>4</sub> dell'acqua risulti > 600 mg/l o > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento dovrà essere certificata dall'Impresa; il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

**22.5.4 Acciai e dispositivi di bloccaggio**

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. 1/4/1983 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n° 1086. I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30/6/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

**22.5.5 Miscele di iniezione: composizione e controlli**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento d'altoforno o pozzolanico: kg 100;
- acqua: kg 40 - 45;
- filler calcareo o siliceo: kg 0 - 30;
- bentonite: kg 0 - 4;
- eventuali additivi (fluidificanti, antiritiro).

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in peso. L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI 7163 dell'aprile 1979. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n° 37 della serie UNI n° 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- fluidità Marsch da 10" a 35";
- essudazione < 2%;
- resistenza a compressione a 28 gg > 25 N/mm<sup>2</sup>.

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa ed in ogni caso ripetute dopo l'iniezione di 50 ancoraggi.

Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisce risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni devono essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante prelievi in ogni tirante.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (≥ 20 giri/s) o a ciclone.

Le apparecchiature, necessarie alla esecuzione delle prove per le miscele di iniezione impiegate dovranno essere a disposizione in cantiere durante le lavorazioni.

Le prove per il controllo della resistenza a compressione delle miscele utilizzate dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa, presso Laboratori Ufficiali.

### **22.5.6 Elementi di protezione**

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- Classe 1, per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- Classe 2, per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene: essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero, sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dall'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore ad 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo e tra armatura e guaina dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

### **22.5.7 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione**

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione. La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 mm nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interassi di 2,0 - 2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi. Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) di caratteristiche tali da garantire nei confronti della corrosione dell'armatura.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 Atm;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela di iniezione.

### **22.5.8 Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto salvo diversa indicazione della Direzione Lavori;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di + 2°;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi al progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

### **22.5.9 Perforazione**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione e a rotopercolazione. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità della pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite. L'impiego di arie non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa, o di rocce marnose tenere, la fase finale del lavaggio sarà eseguita con sola aria.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Qualora previsto dal progetto e compatibilmente con la natura dei terreni si potranno ottenere delle scampature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova, e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

**22.5.10 Assemblaggio e posa delle armature**

Nel caso di impiego di armature a trefoli gli elementi costruttivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere. Ove, per particolari motivi, fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costruttivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa, ed in prossimità del luogo di impiego, una adeguata attrezzatura per confezionare correttamente gli ancoraggi stessi. In tal caso i componenti, ed in particolare l'acciaio dovranno essere immagazzinati convenientemente, possibilmente al coperto, in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà essere inoltre accuratamente evitato il contatto con il terreno o altri materiali che possono danneggiare l'ancoraggio.

Pertanto, la confezione degli ancoraggi dovrà avvenire sempre su apposito banco e non a terra.

La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi principali:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni ai trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori, necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio, nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

Nel caso di impiego di ancoraggi con armature e barre, per i quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via via che la barra viene infilata nel foro avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo le modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

**22.5.11 Iniezione semplice**

Si eseguirà riempiendo con la miscela di cui al punto 36.4.2 sia l'intercapedine tra la guaina ed il foro che tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante; tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere eseguita fino alla fuoriuscita della miscela del tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice si adatterà: in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti ed osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finché interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione sia rispettata.

**22.5.12 Iniezione ripetuta in pressione**

Si adotterà in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cm<sup>2</sup>. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezioni residue di 8-15 kg/cm<sup>2</sup>, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulature lungo la fondazione del tirante ed a instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante.

Il tubo potrà essere:

- disposto coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- ancora coassiale all'armatura, interno alla guaina grecata di protezione, ma dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulature del terreno: altre valvole, interne alla guaina, servono per il riempimento dell'intercapedine guaina/armatura.

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

- I) riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela della valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del foro: al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvole;
- II) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti le seguenti quantità:
 

diam. foro (mm)	da 90 a 120	da 121 a 170	da 171 a 220
Vmax (lt/valvola)	45	65	90

Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (Claquage). Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, osservando gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali nella fase II):
  - il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
  - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 7 kg/cmq;
- IV) l'iniezione può essere ripetuta ulteriormente, sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti, qualora ciò risultasse necessario per il raggiungimento della desiderata capacità portante del tirante.

Al termine delle operazioni di connessione al terreno del tirante si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio che dovrà essere in perfette condizioni e privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

**22.5.13 Tesatura e collaudo**

Trascorsi 28 gg dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesature e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori. La trazione di collaudo (Nc) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (Nes).

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0 = 0,10 N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da  $N_0$  e  $N_c$  e si misurerà il corrispondente allungamento ("delta"  $\Delta$ ).

Si manterrà il valore per un periodo di tempo ("delta"  $\Delta$  T) almeno pari a:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata  $> 2$  kg/cmq);
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata  $\leq 2$  kg/cmq).

Al termine del periodo ("Delta"  $\Delta$  T) si misurerà nuovamente l'allungamento ("Delta"  $\Delta$  J). Si scaricherà quindi il tirante fino al valore  $N_0$ , misurando l'allungamento permanente ("Delta"  $\Delta$  K) rispetto alla prima applicazione di  $N_0$ .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

I) "Delta"  $\Delta$  J - "Delta"  $\Delta$  I  $\leq 2\% \Delta T$ , dove "dt" è l'allungamento teorico dato dalla relazione  $dt = N_c \cdot L_t / E_s \cdot A_s$ , in cui "L<sub>t</sub>" è la lunghezza teorica della parte libera del tirante;  $A_s$  è l'area della sezione trasversale della armatura ed "E<sub>s</sub>" è il modulo di elasticità dell'acciaio.

II) "Delta"  $\Delta$  k  $< 1,3$  volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione I) non risultasse soddisfatta si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte "Delta"  $\Delta$  T. In tal caso, l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere  $\leq 1\%$  dt. I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizioni concordate dalla Direzione Lavori. In tali casi, restando inteso che comunque verrà pagato un solo tirante avente le caratteristiche di progetto; i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a cura e spese dell'Impresa. Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti, di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

Esse dovranno essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione lavori richiedere a cura e spese dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

#### **22.5.14 Protezioni anticorrosive in opera**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela di cui al punto 36.4.2, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante. L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura, o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

Per un periodo inferiore a 30 giorni decorrente dalla data della ultimazione delle iniezioni, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% dei tiranti.

#### **22.5.15 Documentazione dei lavori**

Per ogni tirante, (sia preliminare di prova che di progetto), dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

## **22.6 DIAFRAMMI IN CALCESTRUZZO A PARETE CONTINUA**

### **22.6.1 Definizione e campi di impiego**

Si definiscono diaframmi in c.a. opere con funzione di sostegno o di fondazione, ottenute gettando il calcestruzzo entro cavi di forma planimetrica allungata realizzati nel terreno, di norma in presenza di fanghi bentonitici.

I diaframmi possono costituire opere di sostegno, sia autoportanti che vincolate da puntelli o tiranti ancorati nel terreno; essi possono essere costituiti da elementi accostati, oppure staccati uno dall'altro per poter limitare l'ostacolo al deflusso della falda, oppure con giunti a tenuta idraulica, in modo da impedire qualunque filtrazione attraverso la parete.

### **22.6.2 Soggezioni geotecniche e geoidrologiche**

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici.

Nel caso di terreni uniformemente argillosi e per profondità non eccedenti i limiti indicati al successivo paragrafo "Perforazione a secco", la perforazione potrà essere eseguita "a secco", quindi in assenza di fango bentonitico, sempre che le condizioni permettano di escludere qualunque ingresso di acqua nel cavo.

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

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un improprio impiego di fanghi.

### **22.6.3 Tolleranze geometriche**

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%. Nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

Le tolleranze "Delta S" sullo spessore, verificate in base ai volumi di calcestruzzo assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:  $- 0,01S < \text{"Delta"} S < = 0,1S$ ;
- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose: (dose = autobetoniera):  $- 0,01S < \text{"Delta"} S < = 0,01S$ ;

La profondità  $L$  dovrà risultare conforme al progetto  $\pm 20$  cm, salvo diversa indicazione motivata dalla D.L.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della D.L., senza che perciò l'Impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che si rendessero necessarie per rendere piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

### **22.6.4 Preparazione del piano di lavoro**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati dalla perforazione possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

inquinamenti di superficie o della falda da parte di una incontrollata scarica dei detriti e/o dei fanghi bentonitici.

L'Impresa dovrà predisporre, lungo il tracciato planimetrico del diaframma, due muretti guida in calcestruzzo debolmente armato, delle dimensioni minime di 15 cm di larghezza e 40 cm di profondità dal piano di lavoro, distanti tra loro dello spessore del diaframma aumentato di 4-6 cm, allo scopo di definire la posizione degli utensili di scavo, di assicurare un riferimento stabile per il posizionamento delle armature e di evitare il franamento del terreno nella fascia di oscillazione del livello del fango.

**22.6.5 Attrezzatura per perforazioni**

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

Marcature disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

**22.6.6 Perforazione a secco**

Può essere effettuata esclusivamente nei terreni coesivi di media o elevata consistenza (coesione non drenata  $> 0,3 \text{ kg/cm}^2$ ) non fessurati, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro; essendo le massime profondità raggiungibili funzione della coesione non drenata del terreno, dovrà essere rispettata la seguente condizione:  $L = < 2,5 \text{ Cu}$ ; dove "L" è la profondità massima raggiungibile espressa in metri e "Cu" è la coesione non drenata espressa in  $\text{T/m}^2$ .

**22.6.7 Perforazione in presenza di fango bentonitico**

Il fango bentonitico dovrà essere adeguatamente preparato, trattato e controllato.

La perforazione sarà eseguita mediante benna mordente; il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorchè l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione. Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,0 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del calcestruzzo di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati. Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare seguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del calcestruzzo o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

**22.6.8 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose**

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato ammorsamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo. L'uso dello scalpello dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna. Alla sommità dello scalpello dovrà essere disposto un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

Gli oneri relativi all'impiego dello scalpello in presenza di trovanti o di strati rocciosi o cementati di qualsiasi spessore sono compresi nei prezzi di elenco.

IL costo per l'uso dello scalpello per l'ammorsamento del diaframma nell'eventuale substrato roccioso di base è compreso nei prezzi.

### **22.6.9 Controlli**

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

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del diaframma si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la D.L., in accordo con il progettista, procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti, per quanto di competenza.

Al termine della perforazione si misurerà in contraddittorio con la D.L. la profondità del cavo operando con uno scandaglio in più punti di esso; la misura dovrà essere effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali prolungate interruzioni (> 2 ore) delle operazioni di perforazione.

### **22.6.10 Armature metalliche**

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto.

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; nel caso vengano impiegate queste ultime, si adotteranno sezioni poco diverse dalla circolare, con esclusione di quelle forme che comportino la presenza di nicchie od incavi.

Le armature verticali verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in calcestruzzo (diam. 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui. I centrotori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con inerti inferiori ai 2,0 cm e a 10 con inerti di classe superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul calcestruzzo già in opera o sul fondo del cavo.

### **22.6.11 Getto**

#### **Preparazione e trasporto del calcestruzzo**

Il calcestruzzo sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Si impiegheranno almeno tre classi di inerti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere la granulometria complessiva compresa entro il seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 25	100
crivello 15	70 - 85
crivello 7,1	44 - 57
crivello 3	28 - 38

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

crivello 1	20 - 30
setaccio 0,2	3 - 7

La dimensione massima sarà di 25 mm.

Il calcestruzzo sarà dosato da almeno 350 kg di cemento (preferibilmente pozzolanico) per mc di impasto e dovrà avere la resistenza caratteristica di progetto risultando comunque di classe non inferiore a 250. Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 comprendendo l'umidità degli inerti nel peso dell'acqua.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams compresa fra 16 e 18 cm.

Per ottemperare congiuntamente questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un opportuno additivo fluidificante non aerante.

È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della D.L..

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun punto di posa in opera dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 mc/h. La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di calcestruzzo almeno doppi di quello sopra indicato.

**Posa in opera del calcestruzzo**

Il calcestruzzo sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm. L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento del diametro non superiore a 2,0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

I tubi saranno provvisti, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4 - 0,6 m<sup>3</sup>, e mantenuti sospesi da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo. Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulata o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo getto e di almeno 3-4 m di diaframma. Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6 m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo, prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla D.L.).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2-3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà alla estrazione completa della casseforme.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere della Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della D.L..

### **Controlli**

L'impresa a sua cura e spesa dovrà provvedere all'esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di calcestruzzo prelevati in numero e con modalità conformi a quanto richiesto dalla D.L.;
- una prova con il cono di Abrams per ogni betoniera o 10 mc di calcestruzzo impiegato;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni elemento di diaframma;
- ogni 10 elementi ed ogni qualvolta la D.L. lo richieda, il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) del livello del calcestruzzo entro il foro in corso di getto, in modo da poter ricostruire l'andamento dello spessore medio effettivo lungo il diaframma (profilo di getto); si impiegherà allo scopo uno scandaglio a base piatta.

#### **22.6.12 Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni elemento di diaframma dovrà comportare la registrazione di apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la D.L., dei seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- "Slump" del calcestruzzo;
- assorbimento totale effettivo del calcestruzzo e volume teorico dell'elemento diaframma;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice dei provini di calcestruzzo.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- caratteristiche geometriche e costruttive degli eventuali giunti;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del calcestruzzo.

#### **22.6.13 Prove tecnologiche preliminari**

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva dei diaframmi, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di elementi di diaframma di prova.

Gli elementi di prova saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale degli elementi di diaframma, con un minimo di un elemento prova, e di essi si è tenuto conto nella quantificazione del prezzo totale a corpo dell'opera.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente si dovrà dar corso, a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Gli elementi di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i diaframmi di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Gli elementi di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della D.L., cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per gli elementi di progetto.

In caso di discordanza l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spesa, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla D.L. quali: prove di carico spinte fino a 2 volte il carico di esercizio, solo qualora ai setti di diaframma sia associata una funzione portante verticale; prove di controllo non distruttive, o ogni altra prova o controllo tale da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

#### **22.6.14 Prove di controllo sugli elementi di diaframma**

##### **Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale**

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della D.L. che fra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della D.L., sino a 2. Al momento della prova il calcestruzzo del diaframma dovrà avere almeno 28 giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla D.L. anche in funzione della natura dei terreni di fondazione. Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2 m dalla impronta della zavorra o da eventuali elementi di diaframma di reazione.

La struttura porta-micrometri dovrà essere protetta da urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

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

##### **Controlli non distruttivi**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla D.L. per approvazione il programma delle specifiche di dettaglio.

##### **Prove geofisiche**

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla D.L. anche in relazione alla importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controlli mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla D.L.. L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli sul 2% del numero totale degli elementi di diaframma con un massimo di 2.

Sugli elementi prescelti per le prove dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità del getto, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiale. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

## **Art. 23 NOLI**

### **23.1 NOLO DI PONTEGGIO**

I ponteggi metallici previsti sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- ponteggio tubolare di facciata;
- ponteggio tubolare di facciata a telai prefabbricati;
- ponteggio tubolare non riconducibile a quello di facciata.

Il nolo decorrerà dalla data in cui il ponteggio sarà agibile e cesserà con l'ultimazione dei lavori.

### **23.2 NOLO DI ELICOTTERO**

L'elicottero che dovrà eseguire i trasporti deve possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti di idoneità per svolgere il lavoro aereo in alta montagna e dovrà consentire un carico utile al gancio di circa 700 kg. La ditta proprietaria dovrà essere in possesso di adeguata assicurazione civile verso i terzi trasportati, delle autorizzazioni e della licenza di lavoro aereo rilasciate dalle competenti Autorità.

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà concordare un dettagliato programma operativo con la DL tenendo conto delle specifiche esigenze del cantiere per il quale effettuerà il trasporto, delle condizioni meteorologiche e di altre eventuali esigenze e vincoli di Enti o Autorità locali. Dovranno essere concordate in dettaglio: le posizioni e le caratteristiche dimensionali delle piazzole di partenza e stoccaggio dei materiali, le eventuali protezioni e servizi di sorveglianza delle piazzole e quanto altro

necessario affinché i programmi di approvvigionamento e trasporto di tutti i materiali risultino tra di loro perfettamente coordinati ed il servizio di trasporto, nel suo complesso, si svolga in piena regolarità e sicurezza.

Nei prezzi contrattuali si intendono compresi e compensati i seguenti oneri ed incombenze:

- la messa a disposizione, per tutta la durata del servizio, dell'elicottero completo di apparecchiature normali e speciali per il volo e di attrezzature per il carico e lo scarico dei materiali da trasportare;
- l'approvvigionamento di carburante e lubrificante e tutte le operazioni di rifornimento;
- la manutenzione ed il controllo giornaliero dell'elicottero compresa la fornitura di eventuali pezzi di ricambio;
- i voli preliminari di ricognizione;
- le prestazioni del personale di pilotaggio che dovrà essere in possesso di tutti i requisiti e le autorizzazioni previste dalla legge;
- le prestazioni del personale specializzato addetto alle operazioni di aggancio e sgancio dei carichi, alle segnalazioni, ai collegamenti radiotelefonici con i piloti, al coordinamento e controllo di tutte le altre operazioni a terra;
- tutti gli oneri per vitto, alloggio, trasferta, spese di trasferimento, oneri contrattuali ed assicurativi del proprio personale;
- messa a disposizione di mezzi a terra di appoggio all'elicottero;
- l'espletamento di tutte le pratiche di autorizzazione presso le competenti Autorità interessate (Comune, Aeronautica Militare, Comunità Montana, P.N.G.P., ecc.);
- il servizio di sorveglianza dei campi base durante i trasporti e quello di guardiania all'elicottero e suoi accessori durante i periodi di sospensione dei voli; eventuali lavori di sistemazione delle piazzole di partenza ed arrivo dell'elicottero;
- assicurazione della responsabilità civile per danni a persone e cose trasportate e non;
- quant'altro occorra anche se non menzionato nel suddetto elenco per assicurare il perfetto svolgimento dei trasporti oggetto della presente specifica tecnica.

La contabilizzazione del trasporto aereo avverrà considerando il prezzo unitario per ogni minuto primo di trasporto materiali, attrezzature e persone.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

La rilevazione dei tempi sarà eseguita in contraddittorio tra il personale tecnico del Committente ed il pilota.

Non verranno riconosciuti particolari compensi per sospensione dei voli a causa di condizioni meteorologiche avverse.

L'Appaltatore sarà direttamente responsabile di eventuale materiale affidatogli dal personale tecnico del Committente per il trasporto, sarà sua cura esaminarlo, prima di iniziare le operazioni di carico e trasporto, al fine di consentirne l'integrità.

L'Ente Appaltante si riserva la facoltà di fornire direttamente i materiali o mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione dell'appalto, con il vincolo per l'Appaltatore di porli in opera alle stesse condizioni previste per i materiali di propria fornitura senza che quest'ultimo possa porre eccezioni di sorta.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

#### **Art. 24 COLLAUDO DELLE OPERE**

Secondo quanto disposto dalla vigente legislazione, tutte le opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e le opere in acciaio sono soggette a collaudo statico, da eseguirsi al termine dei lavori di costruzione delle strutture oggetto della relativa denuncia al Genio Civile.

Pertanto entro 60 giorni dal termine dei lavori di costruzione delle strutture in c.a. o acciaio L'Ente Appaltante depositerà al competente Ufficio del Genio Civile la relazione a strutture ultimate e provvederà alla nomina del Collaudatore il quale eseguirà le prove di collaudo ed emetterà il relativo certificato entro i termini previsti dalla vigente legislazione.

Nel corso dell'esecuzione delle opere l'Appaltatore è pertanto tenuto all'esecuzione dei prelievi di campioni di calcestruzzo e acciaio, per eseguire le necessarie prove di laboratorio.

Il numero dei campioni da prelevare dovrà essere congruente con quanto previsto dall'attuale legislazione ed in particolare:

- sui getti in calcestruzzo dovranno essere effettuati prelievi in numero non inferiore ad uno ogni 100 m<sup>3</sup>. di getto, eseguiti con cubetti di dimensioni cm. 20x20x20;
- per gli acciai non controllati in stabilimento verranno effettuati prelievi di almeno tre spezzoni di ogni diametro per ogni partita;
- per gli acciai controllati in stabilimento la frequenza dei prelievi verrà effettuata in base a precise disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori;
- tutti i campioni prelevati dovranno essere inviati, previo controllo e visto del Direttore dei Lavori, ad un laboratorio ufficiale per le prove di resistenza.

*Progetto Definitivo relativo alla riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*

Milano, marzo 2011

## I PROGETTISTI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Dott. Ing. Filippo Malingegno