



REGIONE PUGLIA



REGIONE BASILICATA



COMUNE DI ASCOLI S.



COMUNE DI MELFI

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DELLE OPERE DI CONNESSIONE COMUNI AI PRODUTTORI AVENTI CODICE PRATICA TERNA Id202000907 - Id202000762 - Id202000453 - Id202002462**

**Comune di Ascoli Satriano, Provincia di Foggia, Regione Puglia  
Comune di Melfi, Provincia di Potenza, Regione Basilicata**

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO:

**DISCIPLINARE DESCRITIVO E PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI  
- TOMO 2 -**

COMMITTENTE:

LT 02 s.r.l.

PROGETTISTI ELABORATO:

Ing. Alessandro la Grasta



Ing. Luigi Tattoli



SOGGETTI PROPONENTI  
OPERE DI CONNESSIONE:

LT 02 s.r.l.

SOLE VERDE s.a.s.  
della Praetorian s.r.l.

VIRGINIA ENERGIA s.r.l.

SCS Sviluppo 1 s.r.l.

PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.  
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)  
tel: 0803346537  
pec: studiotecnicolt@pec.it

CODIFICA INTERNA

UT-SE-09

REV.	DATA	SCALA	FORMATO	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	08/09/2021			PRIMA EMISSIONE	CORMIO	TATTOLI	LA GRASTA

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1. DESCRIZIONE INIZIATIVA .....	3
1.2. DESCRIZIONE SINTETICA COMPONENTI IMPIANTO .....	3
1.3. UBICAZIONE SOTTOSTAZIONE UTENTE .....	5
<b>2. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE .....</b>	<b>7</b>
2.1. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT .....	7
2.1.1. APPARECCHIATURE AT .....	11
2.1.1.1. TRASFORMATORE MT/AT .....	11
2.1.1.2. SCARICATORI DI SOVRATENSIONE .....	12
2.1.1.3. SEZIONATORE COMBINATO DI LINEA E DI TERRA .....	14
2.1.1.4. TRASFORMATORE DI CORRENTE .....	14
2.1.1.5. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO .....	15
2.1.1.6. SEZIONATORE TRIPOLARE DI TERRA .....	15
2.1.1.7. CONDUTTORI DI POTENZA .....	16
2.1.1.8. REATTORI SHUNT AT .....	16
2.1.2. APPARECCHIATURE MT .....	17
2.1.2.1. TRASFORMATORI SERVIZI AUSILIARI .....	19
2.1.3. APPARECCHIATURE BT .....	20
2.1.3.1. BATTERIE E CARICA BATTERIE .....	20
2.1.3.2. QUADRO BT AC/CC .....	21
2.1.3.3. QUADRO MISURE .....	21
2.1.3.4. QUADRO MISURE .....	22
2.1.3.5. QUADRO PROTEZIONI E CONTROLLO .....	22
2.1.3.6. QUADRO RTU .....	23
2.1.3.7. GRUPPO ELETTROGENO .....	23
2.1.4. SERVIZI AUSILIARI .....	23
2.1.4.1. COMPOSIZIONE DELLO SCHEMA DI ALIMENTAZIONE DEI S.A. IN C.A. ....	24
2.1.4.2. COMPOSIZIONE DELLO SCHEMA DI ALIMENTAZIONE DEI S.A. IN C.C. ....	25
2.1.4.3. CRITERI GENERALI PER IL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IN C.C. ....	26
2.1.5. ILLUMINAZIONE DELL'IMPIANTO SSEU .....	26
2.1.6. IMPIANTO RILEVAZIONI INCENDI SSEU .....	27
2.1.7. IMPIANTO ANTINTRUSIONE SSEU .....	28
2.1.8. SISTEMA ANTIRATTO SSEU .....	31
2.1.9. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO .....	31
2.1.10. IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO .....	32
2.1.11. IMPIANTI DI VENTILAZIONE .....	32
2.1.12. AUTOMAZIONE CANCELLO E SISTEMA DI SORVEGLIANZA .....	32
2.1.13. IMPIANTO DI MESSA A TERRA- GENERALITÀ .....	33
2.1.13.1. IMPIANTO DI MESSA A TERRA_ SSEU .....	37
<b>3. ELETTRODOTTO AT .....</b>	<b>39</b>
3.1. INSTALLAZIONE DEI CAVI - GENERALITÀ' .....	48
3.2. CAVI .....	51
3.2.1. SPECIFICHE TECNICHE .....	51

<b>4.</b>	<b>LAVORAZIONI .....</b>	<b>62</b>
4.1.	INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI E DEGLI IMPIANTI .....	62
4.2.	OPERE CIVILI .....	65
4.2.1.	SCAVI .....	66
4.2.2.	SCAVI DI SBANCAMENTO E DI SPLATEAMENTO .....	69
4.2.3.	SCAVI PER LA POSA IN OPERA DI CAVI ELETTRICI .....	70
4.2.4.	SCAVI PER LA POSA IN OPERE DI IMPOANTO DI MESSA A TERRA .....	73
4.2.5.	ACQUA.....	73
4.2.6.	LEGANTI.....	74
4.2.7.	ADESIVI.....	76
4.2.8.	ADDITIVI.....	76
4.2.9.	INERTI.....	77
4.2.10.	SABBIE E INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	77
4.2.11.	CALCE AEREA, CALCE IDRATA E GESSI.....	79
4.2.12.	MATERIALI FERROSI E ALTRI METALLI.....	80
4.2.13.	LATERIZI.....	83
4.2.14.	CONDOTTE DI SCARICO IN PE-AD.....	86
4.3.	OPERE IN CEMENTO ARMATO.....	87
4.3.1.	CALCESTRUZZI .....	88
4.3.2.	CASSEFORME.....	112
4.4.	LAVORAZIONI E OPERE PROVVISORIALI.....	114
4.5.	POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO .....	116
4.6.	PAVIMENTAZIONE STRADALE .....	118
4.7.	OPERE IN FERRO E IN ALTRI MATERIALI.....	125
<b>5.</b>	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>129</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1. DESCRIZIONE INIZIATIVA

Il presente documento illustra le specifiche tecniche dei materiali e dei componenti utilizzati per la realizzazione e gestione delle opere di connessione che comprendono la realizzazione di

- Sottostazione elettrica utente ("SSEU") 30/150 kV con soluzioni in aria di potenza complessiva di circa 220,8 MVA da realizzarsi nel comune di Ascoli Satriano, località San Carlo;
- Connessione in cavo in alta tensione a 150kV dalla SSE-U fino alla sottostazione di rete lato Terna della Zona Industriale di Melfi, San Nicola;

comuni a quattro impianti fotovoltaici di diversi produttori che saranno realizzati nei comuni di Ascoli Satriano e Cerignola.

### 1.2. DESCRIZIONE SINTETICA COMPONENTI IMPIANTO

Gli impianti fotovoltaici dei quattro produttori saranno connessi alla RTN tramite collegamento in antenna alla stazione TERNA 380/150 kV di Melfi (PZ).

I campi saranno collegati tramite connessioni in cavo in MT a 30 kV alla SSE-U di trasformazione MT/AT ubicata nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (FG).

Da questa, mediante elettrodotto interrato di AT a 150 kV, si giungerà alla SSE lato rete di Terna Melfi San Nicola.

La SSEU sarà dimensionata secondo quanto riportato negli elaborati grafici allegati e sarà condivisa dai suddetti 4 produttori, con potenza complessiva allo stallo di AT di 220,09 MW in a.c.

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto in AT a 150 kV in esame e del cavo utilizzato sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1000 A
Potenza nominale	260 MVA
Sezione nominale del conduttore	1600 mm <sup>2</sup>
Isolante	XLPE

L'elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di 1600 mm<sup>2</sup> (in alluminio).

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione sono:

#### Sottostazione Elettrica

- Apparecchiature AT;
- Apparecchiature MT;
- Apparecchiature BT;
- Cavo AT sino allo stallo di consegna alla RTN
- Carpenteria metallica;
- Piazzali e vie di transito;
- Edifici servizi;

### 1.3. UBICAZIONE SOTTOSTAZIONE UTENTE

La SSEU "Ascoli Satriano\_San Carlo" è ubicata nel territorio del Comune di Ascoli Satriano e risulta identificata dai seguenti riferimenti cartografici:

- carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 N. 435052
- foglio catastale n°218 particella n° 104 del Comune di Ascoli Satriano.

Essa è individuata dalle coordinate geografiche Lat. 41.12188° Nord e Long. 15.72650° Est. ed è posta a quota 283 m s.l.m.

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 66 m e di lunghezza pari a circa 143 m, interamente recintata e accessibile principalmente tramite due cancelli carrabili rispettivamente larghi 7,00 m e 5,00 m entrambi di tipo scorrevole oltreché cancelli pedonali.

L'accesso alla SSEU è previsto dalla S.P. 89 e strada vicinale .

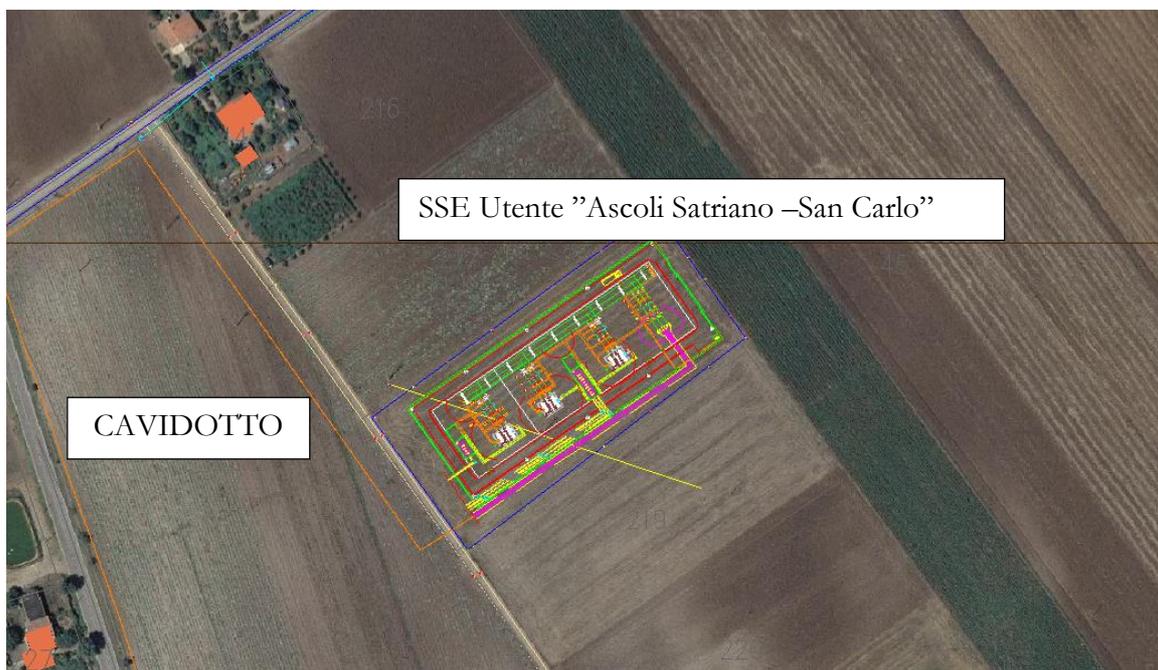


Fig. 1 Ortofoto ubicazione Sottostazione Utente

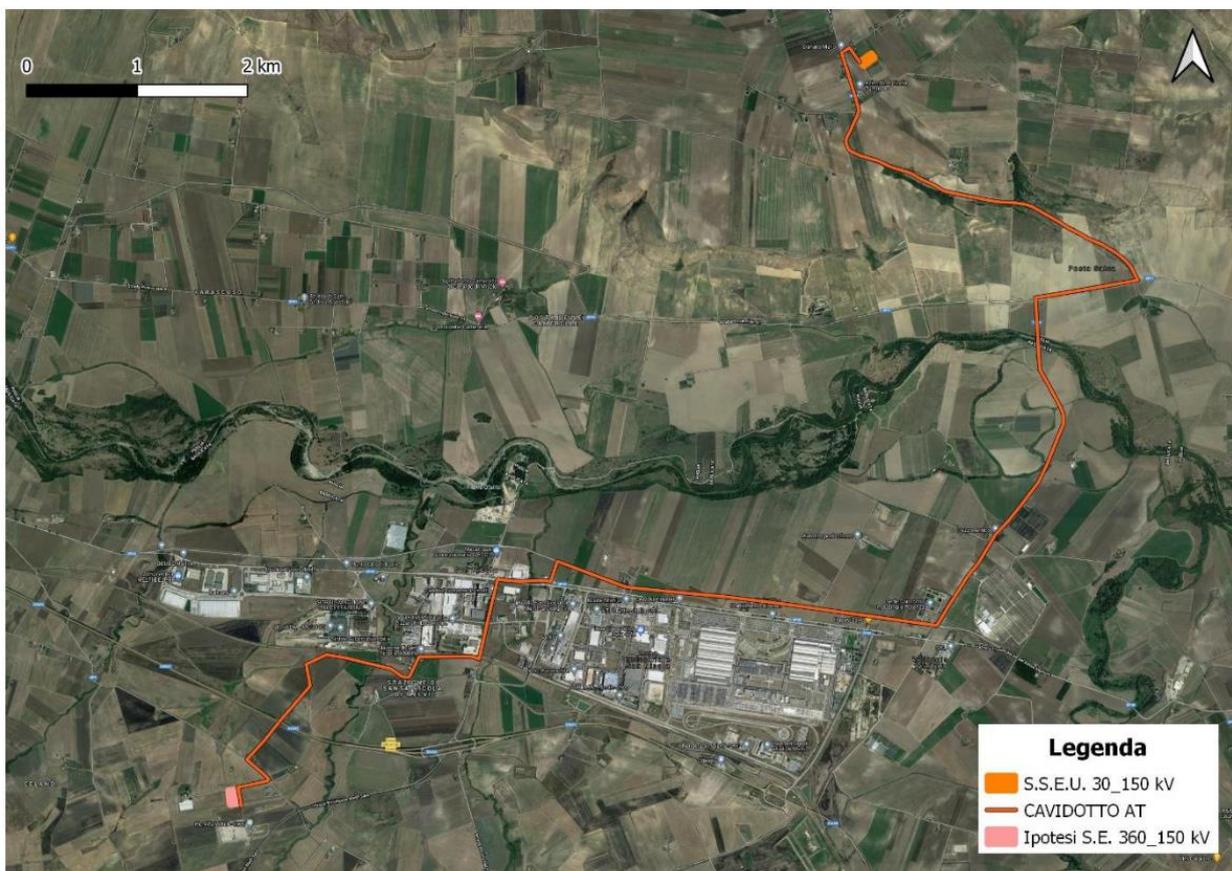


Fig. 2 Inquadramento territoriale opere di connessione su ortofoto

## **2. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE**

Le principali infrastrutture elettriche per la connessione in rete dell'impianto di produzione sono composte da :

- ✓ Sottostazione Utente 30/150kV, che eleva la tensione della produzione da 30/150 kV per la successiva immissione nella rete elettrica di trasmissione, unitamente a tutte le apparecchiature di protezione e misura dell'energia prodotta;
- ✓ Linee interrate in AT a 150 kV che convogliano l'energia prodotta dalla SSE Utente 30/150kV allo stallo a 150 kV dell'ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV Terna di Melfi;

### **2.1. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT**

La sottostazione utente MT/AT verrà realizzata per la messa in parallelo con la rete elettrica nazionale e sarà funzionale a più impianti fotovoltaici che condivideranno lo stesso stallo AT in stazione TERNA.

La sottostazione MT/AT sarà composta da:

- Fondazioni
- Piattaforma
- Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT
- Canalizzazioni elettriche
- Drenaggio di acqua pluviale
- Accesso e viabilità interna

- Recinzione
- Edificio di Controllo composto da vano celle MT e trafo MT/BT, sala controllo, ufficio, magazzino, spogliatoio, bagno
- Sezione AT
- Sezione MT
- Sezione BT
- Strutture metalliche, conduttori, cavi MT cavi BT e rete di terra

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica Utente "Ascoli Satriano\_San Carlo" prevede come detto un collegamento all'ampliamento della SE RTN a 380/150 kV denominata "Melfi" attraverso un sistema di cavi AT interrati.

Per quanto concerne la normativa di riferimento tutte le apparecchiature saranno conformi a:

- Norme IEC
- Norme ISO
- leggi DM 37/08 prescrizioni ISPESL
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Specifiche TERNA con particolare riferimento a:
  - Codice di rete Allegato A2 "REQUISITI E CARATTERISTICHE DI RIFERIMENTO DELLE STAZIONI ELETTRICHE DELLA RTN" Rev 1 30-10-2006
  - Specifica TERNA ING GIS 001 rev 1
  - Norma CEI EN 62271-203.

- IEC-60056 HV Alternating currents Circuit Breakers
- IEC-60439 LV Switchgear and control gear assemblies
- IEC-60502 Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30 kV
- IEC-60947 LV switchgear and control gear
- IEC-60227 Electrical equipment within LV systems
- EN-50164, 61663 Lightning protection system
- IEC-60076 Transformers and reactors
- IEC-60831 Specifications for capacitors
- IEC-60354 Loading guide for oil-immersed power transformers
- IEC-60296 On-Load tap-changers

e coerenti con le caratteristiche del sito di installazione ovvero

- Altitudine: < 1000 s.l.m.
- Clima: temperato
- Temperatura ambiente : -25 / +40 °C
- Umidità relativa: 90 %
- Velocità del vento: 30 m/s
- Grado di sismicità: zona 1
- Categoria del suolo: B

Il piazzale AT della sottostazione Utente sarà composto da:

- Nr. 1 stallo arrivo linea 150 kV
- Nr. 3 stalli trasformatore 150/30 kV ; 90 MVA
- Nr. 1 sistema di sbarre singole 150 kV isolate in aria

Descrizione	Stallo		
	Arrivo linea	Trasformatori	Sbarre
Trasformatore di potenza 150/20 kV 90 MVA	0	3	0
Scaricatori 150 kV	1	3	0
Trasformatori di tensione capacitivi 150 kV	3	0	3
TA 150 kV	2	3	0
TVI 150 kV;	1	0	0
Interruttore 150 kV	1	3	0
Sezionatore tripolare combinato linea/terra	1	3	0
Arrivo cavo AT	1	0	0
Sezionatore tripolare terra sbarre 150 kV	0	0	1

Tab. 1 Configurazione stazione utente

Le sezioni MT e BT della stazione comprenderanno:

- Collegamenti MT tra i trasformatori di potenza ed il quadro MT di stazione (cavi e sezionatori)
- Quadro QMT di stazione tipo ABB Unigear ZS1
- Servizi ausiliari (interni ed esterni)
- Sistema di protezione e controllo (interno)

## 2.1.1. APPARECCHIATURE AT

### 2.1.1.1. TRASFORMATORE MT/AT

Di seguito si riportano le caratteristiche del trasformatore di Potenza 90/100 MVA:

• Costruttore	tipo ABB
• Tipo	Isolato in olio
• Standard	IEC 76
• Servizio	continuo
• Temperatura ambiente	40°C
• Raffreddamento	ONAN/ONAF
• Isolante	Olio minerale Nynas
• Frequenza nominale	50Hz
○ Potenza nominale	ONAN/ONAF 90/100 MVA
• Tensione nominale:	
○ AT	150 kV
○ MT	30 kV
• Commutatore	
○ Tipo:	sottocarico lato AT
○ Regolazione:	+/- 8 x 1.25%
○ Costruttore	tipo ABB
• Collegamento avvolgimenti:	
○ AT	stella
○ MT	triangolo
• Gruppo vettoriale	YNd11
• Tensione massima del sistema:	
○ AT	170 kV
○ MT	36 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale:	
○ AT	275 kV
○ MT	50 kV
• Tensione di tenuta a sovratensione atmosferica:	
○ AT side	650 kV
○ MT	125 kV
• Sovratemperature:	
○ Olio	60 °C
○ Avvolgimenti	65 °C
○ Nucleo magnetico	75 °C
• Impedenza di corto circuito, Uk:	13%
• Perdite a vuoto (P0):	32kW
• Perdite a carico (Pk at 75 °C; a 90 MVA ONAN):	285 kW
• Livello di rumore (Lpa):	
○ ONAN	85dB(A) 0.3 m

Il trasformatore di potenza sarà dotato dei seguenti accessori:

- Dispositivo di sovrappressione
- Termometro olio con contatti ausiliari
- Indicatore livello olio con contatti ausiliari
- Nr. 2 filtri essiccatori
- Relè Buchholz con contatti ausiliari
- Targa
- Dispositivo di controllo ventilatori
- Valvola di drenaggio olio
- Morsettiera IP55
- Golfari di sollevamento
- Nr. 2 terminali di messa a terra
- N.1 cassetto contenimento cavi lato MT comprensivo di scaricatori

La cassa del trasformatore sarà trattata con vernice di tipo poliuretanico epossidico, colore RAL7031, di spessore 120 120µm.

#### **2.1.1.2. SCARICATORI DI SOVRATENSIONE**

Di seguito si riportano le caratteristiche degli scaricatori di sovratensione:

• Massima tensione di esercizio	170 kV
• Frequenza nominale	50Hz
• Corrente nominale:	1250 A
• Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	
○ verso terra	750 kV
○ sulla distanza di sezionamento	860 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale (1 min.):	
○ verso terra	325 kV
○ sulla distanza di sezionamento	375 kV
• Corrente massima di breve durata (3s):	
○ RMS	40kA
○ Picco	100 kA
• Sovratemperatura delle parti attive a corrente nominale °C	< 65
• Sovratemperatura dei terminali a corrente nominale °C	< 50
• Sovratemperatura dell'involucro a corrente nominale °C ° C	< 15
• Frequenza nominale	5 Hz
• Tipo	LTB -D
• Meccanismo di comando (a molla, tripolare)	BLK 222
• Massimo numero di operazioni per il meccanismo di comando	10.000
• Sequenza operativa come da	IEC O - 0.3 s - CO -1 min – CO
• Sequenza operativa in assenza di alimentazione	O – CO
• Corrente nominale	1250 A
• Massima corrente di breve durata	40kA
• Potere di stabilimento	100 kA
• Durata della corrente di breve durata	3 s
• Massimo numero di operazioni alla corrente nominale	3.000
• Ausiliari	
○ CC	
○ Tensione nominale	110–125 V
○ Corrente nominale	5 A
• Bobine	
○ CC	
○ Tensione nominale	110–125 V
○ Potenza nominale	200 A
○ Corrente assorbita	2 A
• Motore interruttore	
○ CC	
○ Tensione nominale	110–125 V
○ Potenza nominale	900 W
○ Corrente assorbita	13A
○ Corrente di spunto	20A
○ Contatti ausiliari	5 NO + 5 NC

L'interruttore è in accordo il con decreto ministeriale del 1 Gennaio 1980 "Disciplina dei

contenitori a pressione a gas con membrane miste di materiale isolante e di materiale metallico, contenenti parti attive di apparecchiature elettriche".

### 2.1.1.3. SEZIONATORE COMBINATO DI LINEA E DI TERRA

Di seguito si riportano le caratteristiche del sezionatore:

• Tipo	tipo Coelme
• Meccanismo di comando (tripolare)	BES-7
• Massima tensione di esercizio:	170 kV
• Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	
○ verso terra	750 kV
○ sulla distanza di sezionamento	860 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale (1 min.):	
○ verso terra	325 kV
○ sulla distanza di sezionamento	375 kV
• Corrente massima di breve durata (3s):	
○ RMS	40 kA
○ Picco	100kA
• Corrente nominale	1250 A
• Tempi di apertura/chiusura sezionatore	< 4 s
• Ausiliari	
○ CC	
○ Tensione nominale	110–125 V
○ Corrente nominale	5 A
• Motore sezionatore	
○ CC	
○ Tensione nominale	110–125 V
○ Potenza nominale	180 W
○ Corrente nominale	3 A
○ Corrente di spunto	12A
○ Contatti ausiliari	3 NO + 3 NC

### 2.1.1.4. TRASFORMATORE DI CORRENTE

Di seguito si riportano le caratteristiche del trasformatore di corrente:

• Modello	TAT
• Tipo	per esterno
• Standard	IEC 60044-1
• Grado di protezione	IP54
• Isolamento	Resina
• massima tensione di esercizio:	170 kV
• Corrente nominale primaria	400-800 A
• Corrente nominale secondaria	5-5-5-5 A
• Numero di nuclei	1 / 4
• Prestazioni:	
○ Nucleo 1:	10 VA CI 0.2
○ Nucleo 2	10 VA 5P20 CI 0,5
○ Nucleo 3:	30VA-5P20
○ Nucleo 4:	20VA-5P20

#### 2.1.1.5. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO

Di seguito si riportano le caratteristiche del trasformatore di tensione:

• Massima tensione di esercizio:	170 kV
• Rapporto di trasformazione:	150000:√3/ 100:√3 V
• Prestazioni:	10 VA CI. 0.2

#### 2.1.1.6. SEZIONATORE TRIPOLARE DI TERRA

Di seguito si riportano le caratteristiche del sezionatore:

• Costruttore	Areva o equivalente
• Tipo	STB
• Massima tensione di esercizio:	170 kV
• Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	
○ verso terra e sulla distanza di sezionamento	750 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale (1 min.):	
○ verso terra e sulla distanza di sezionamento	325 kV
• Corrente massima di breve durata (1s):	
○ RMS	31,5 kA
○ Picco	80kA
• Comando lame di terra	manuale

#### 2.1.1.7. CONDUTTORI DI POTENZA

I conduttori di potenza avranno le seguenti caratteristiche:

- Sbarre AT: tubo in lega di alluminio diametro 100/90 mm
- Collegamenti tra le apparecchiature di stallo: tubo in lega di alluminio diametro 40/30 mm oppure corda di alluminio diametro 36 mm, una corda per fase.

Le morse saranno di tipo monometallico in lega di alluminio, con profilo anti effluvio e fissate con bulloneria in acciaio inossidabile.

Gli isolatori portanti previsti saranno in materiale ceramico del tipo:

- C8 -650 per il sostegno delle sbarre AT
- C6-650 per gli eventuali isolatori rompitratta

#### 2.1.1.8. REATTORI SHUNT AT

Di seguito si riportano le caratteristiche dei reattori shunt:

L=	0,530	mH/km	
C=	0,270	uF/km	
Z	44,305	ohm	
omega	314,159		
beta	0,003758	1/km	
Ic	160	A	
Ur	170	kV	
k	1,4		
Formula L_max	13,740	km	L_max
PV-Terna	21,470		
PV-SSE	4,800		
Lunghezza cavidotto	16,670	km	
Qreattiva	40,865	Mvar	
Qreattiva con k	80,095	Mvar	
Icapacitiva	272,015		
Xc	707,214		
Zmax	858,809		
XL	4.006,482		
QL	7,213	Mvar	17,65%

### 2.1.2. APPARECCHIATURE MT

Il quadro MT di stazione presenta le seguenti caratteristiche generali:

- Quadro di tipo blindato, isolato in aria
- Adatto per la distribuzione MT
- Quadro a tenuta d'arco interno sui 4 lati (IACAFLR).
- Testato in fabbrica per le installazioni ad interno
- Testato in accordo ai principali Standards internazionali.
- Compartimenti segregati tramite partizioni metalliche (PM).

- Compatto

## Dati tecnici generali

• Tipo Unigear:	Standard
• Versione:	Completa
• Massima tensione di esercizio:	36 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale:	70kV eff
• Tensione di tenuta sovratensioni atmosferiche:	170 kV picco
• Tensione di esercizio:	30 kV
• Frequenza nominale:	50 Hz
• Corrente nominale di sbarra:	2000A
• Corrente nominale di corto circuito:	30 kA eff
• Durata nominale corto circuito:	1s
• Corrente di picco:	40 kA picco
• Corrente di tenuta ad arco interno (IEC 62271-200 annex A):	25kA rms
• Durata arco interno:	1s
• Grado di protezione:	IP4X
• Colore verniciatura:	RAL 7035
• Trattamento di verniciatura:	Standard
• Massima temperatura ambiente:	+40°C
• Minima temperatura ambiente:	-5°C
• Sbarre isolate:	si
• Partizioni cassa sbarre:	No
• Mimico:	No
• Altezza locale di installazione:	H>3.5m
• Condotti sfogo gas:	Condotti standard con estensione
• Dispositivo di limitazione del guasto:	No
• Sistema di chiusura delle porte celle apparecchio e cavi:	Maniglia Centrale
• Sistema di chiusura porta cella strumenti:	Maniglia Centrale
• Supporto interno della cella BT:	grigliato
• Sistema di fissaggio a pavimento:	Tasselli ad espansione
• Resistenza anticondensa:	si
• Illuminazione interna comparto BT:	si
• Tensione segnali e controllo:	110Vcc
• Tensione carica molle interruttore:	110Vcc
• Tensione ausiliaria circuiti anticondensa ed illuminazione:	220VA C50
• Sezione circuiti di controllo e volumetrici:	1.5mm <sup>2</sup>
• Sezione circuiti amperometric:	2.5mm <sup>2</sup>
• Tipologia cavi dei circuiti ausiliari:	Standard
• Tensione nominale cavi circuiti ausiliari:	Standard (0.45/0.75)kV
• Colore cavi circuiti ausiliari:	Black

- Controllo e segnalamento:
- Protocollo di comunicazione:

REF 542 plus con display remoto  
SPA-BUS

Di seguito si riporta la composizione del quadro MT di stazione

Unità tipica	Numero
Arrivo linea da trasformatore di potenza - 2000 A	3
Partenze per campo PV - 1250 A	2
Partenze per campo PV - 1600 A	1
Partenze per campo PV - 2000 A	1
Partenze per reattori shunt- 1250 A	3
Misure di sbarra con TV	3
Trasformatore SA con IMS e fusibile - 630 A	2
Congiuntore - 2000 A	1
Risalita - 2000 A	1

#### 2.1.2.1. TRASFORMATORI SERVIZI AUSILIARI

Nella SSEU sono inclusi n°2 trasformatori servizi ausiliari 30/0,4 kV 100 kVA aventi le seguenti caratteristiche:

• Costruttore:	ABB o equivalente
• Standards:	IEC 76 – CEI 14-4
• Temperatura ambiente:	40°C
• Raffreddamento:	ONAN
• Tipo di olio:	minerale Nynas
• Altitudine:	< 1000 m.
• Frequenza nominale:	50Hz
• Potenza nominale:	100 kVA
• Tensione nominale (a vuoto):	
○ MT	30 kV
○ BT	0.40 kV
• Commutatore a vuoto:	+/- 2 x 2.5 %
• Avvolgimenti:	
○ MT:	Triangolo
○ BT:	Stella
• Gruppo vettoriale:	Dyn11
• Livelli isolamento lato MT	36/70/170 kV
• Livelli isolamento lato BT	1.1/3 kV
• Max. sovratemperatura	65/65 °C
• Max sovratemperatura olio	60°C

### 2.1.3. APPARECCHIATURE BT

Si riportano di seguito le principali apparecchiature incluse nella SSEU:

#### 2.1.3.1. BATTERIE E CARICA BATTERIE

Sono previsti nella stazione N° 2 raddrizzatore/caricabatterie a doppio ramo per la carica delle batterie simultaneamente l'alimentazione delle utenze CC 110 V.

Tali utenze saranno collegato in parallelo alle batterie stesse, in modo da garantire la continuità dell'alimentazione.

Ciascun raddrizzatore sarà alloggiato in un robusto armadio metallico di dimensioni 110x600x1040 mm.

Le principali caratteristiche del raddrizzatore sono:

## Alimentazione lato AC

- Tensione nominale: 3x380 V
- Variazione di tensione:  $\pm 10\%$
- Frequenza nominale: 50Hz
- Variazione di frequenza:  $\pm 5\%$

## Ramo batterie

- Tensione di carica rapida: 132V (2,4 V/elementi)
- Tensione di carica di mantenimento: 121V oc  $\pm 1\%$  (2,2 V/elemento)
- Corrente erogata: 5 A max.

## Ramo servizi

- Tensione stabilizzata: 110 Vcc  $\pm 1\%$
- Corrente erogata: 30 A limitati elettronicamente

Sono previste N. 2 batterie sigillate al piobo-acido composte da 9 elementi ciascuna, con capacità complessiva 70 Ah/10 h.

Ogni batteria sarà montata in robusto armadio metallico con le stesse caratteristiche di quello previsto per il raddrizzatore.

### **2.1.3.2. QUADRO BT AC/CC**

Sezione CA:

Alimentazione utenze tramite MCB tripolari da 10 a 32 A

Sezione CC:

Alimentazione utenze tramite MCB bipolari da 10 a 25 A

### **2.1.3.3. QUADRO MISURE**

È previsto un quadro misure, di dimensioni: 800x600x2050 mm, provvisto dei seguenti componenti principali:

- n. 8 terminali di prova tipo MCM (
- nr. 8 Misuratori di energia (KWh / kVARh)

- Interruttori tripolari S251
- Lampade con micro selettori
- Accessori

#### **2.1.3.4. QUADRO MISURE**

È previsto un quadro misure, di dimensioni: 800x600x2050 mm, provvisto dei seguenti componenti principali:

- N. 8 terminali di prova tipo MCM (
- nr. 8 Misuratori di energia (KWh / kVARh)
- Interruttori tripolari S251
- Accessori

#### **2.1.3.5. QUADRO PROTEZIONI E CONTROLLO**

Il quadro comando, protezioni e controllo sarà composto da N. 4 pannelli, con dimensioni complessive 3000 x 800 x 2050 mm, e composto da:

- Nr. 4 relè multifunzione ABB REF 545 funzioni 50-51-51n-27-59-81
- Nr. 1 relè multi funzione ABB RED670 funzione 87L
- Nr 1 oscillo perturbografo dedicato realizzato tramite relè multi funzione ABB REC670
- Nr. 4 relè ABB SPAD funzione 87
- Nr. 4 relè ABB SPAU funzione 90 (AVR)
- Nr 1 sistema UPDM

- Bottoni, lampade, selettori e relè ausiliari
- Mimico di stazione
- Accessori

#### **2.1.3.6. QUADRO RTU**

È previsto un quadro RTU per la connessione remota della Stazione Utente al centro di controllo.

#### **2.1.3.7. GRUPPO ELETTROGENO**

Il gruppo elettrogeno dello stallo 1 avrà le seguenti caratteristiche:

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| • Tensione nominale: | 400 V          |
| • Potenza nominale   | 30 kVA         |
| • Tipo               | a basso rumore |
| • Autonomia          | 10 h           |

e sarà fornito di quadro automatico di controllo.

#### **2.1.4. SERVIZI AUSILIARI**

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sono previste due fonti principali ognuna in grado di alimentare tutte le utenze della stazione, sia quelle necessarie al funzionamento che quelle accessorie.

Un sistema di commutazione automatica posto sul quadro di distribuzione in c.a. provvederà ad inserire la fonte di alimentazione disponibile.

In caso di mancanza di entrambe le alimentazioni principali, è inserita l'alimentazione di emergenza.

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua è previsto un doppio sistema di alimentazione.

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria è tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, e comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

Le principali utenze in c.c. sono le seguenti:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature;
- misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica.

#### **2.1.4.1. COMPOSIZIONE DELLO SCHEMA DI ALIMENTAZIONE DEI S.A. IN C.A.**

In generale, lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. prevede:

- n. 1 linee MT di alimentazione.
- n. 1 trasformatore MT/BT da 100 kVA.
- n. 1 scomparto in MT del relativo QMT.
- n. 1 gruppo elettrogeno (G.E.) con un'autonomia non inferiore a 10 ore e opportunamente dimensionato in funzione delle dimensioni dell'impianto e dei carichi delle apparecchiature e comunque non inferiore a 30 kW per lo stallo-1. Il G.E. sarà munito di serbatoio di servizio e di un serbatoio di stoccaggio con

capacità definita in funzione delle caratteristiche del GE.

- n. 1 fornitura elettrica in BT per gli stalli 2, 3 e per l'ingresso generale.
- n. 2 quadri BT di distribuzione QESA-AC-1/2 opportunamente dimensionati, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, completi di commutatore tra le due linee generali entranti.

#### **2.1.4.2. COMPOSIZIONE DELLO SCHEMA DI ALIMENTAZIONE DEI S.A. IN C.C.**

L'alimentazione dei S.A. in c.c. sarà a 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%,-15%.

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.c. sarà composto da:

- n. 2 complessi raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionati ciascuno in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto in caso di avaria di un complesso (previa commutazione automatica). Ogni raddrizzatore è quindi dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di conservazione che rapida); la batteria deve essere in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 4 ore. Le batterie saranno di tipo ermetico.

I raddrizzatori sono e previsti per il funzionamento in:

- "carica in tampone" con tensione regolabile 110÷120 V;
- "carica rapida" con tensione regolabile 120÷125 V;
- "carica di trattamento" con tensione regolabile 130÷150 V.

Saranno previsti due quadri QESA-CC-1/2 di distribuzione opportunamente dimensionati,

prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto.

#### **2.1.4.3. CRITERI GENERALI PER IL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IN C.C.**

Ai fini del dimensionamento del sistema c.c. si è ipotizzato il verificarsi contemporaneo delle seguenti condizioni:

- guasto su una batteria (una sola batteria in servizio che alimenta l'intero impianto);
- mancanza dell'alimentazione in c.a. per 4 ore
- apertura contemporanea di tutti gli interruttori della stazione.

Durante la fase di scarica, le batterie sono in grado di fornire la corrente permanente richiesta dal sistema in c.c. per la durata di 4 ore, nonché di fornire, per la durata convenzionale di trenta secondi e dopo le assunte quattro ore, la corrente transitoria richiesta dal sistema in c.c., relativa alle ipotesi di cui sopra.

Orientativamente la capacità della batteria è calcolata secondo l'algoritmo delle "Raccomandazioni IEEE Std 485 1983":  $C_{10} \text{ a } 15^{\circ}\text{C} = 6,72 \times I_p + 2,24 \times I_t \text{ (Ah)}$ .

#### **2.1.5. ILLUMINAZIONE DELL'IMPIANTO SSEU**

L'illuminazione normale delle aree della sottostazione è assicurata tramite un numero adeguato paline in VTR con piastre a led.

L'illuminazione di sicurezza sarà garantita da lampade poste sulle paline in VYT e sugli edifici dotate di gruppi autonomi od eventualmente alimentate da soccorritore

centralizzato.

Le lampade di sicurezza si accenderanno automaticamente al mancare dell'alimentazione; l'autonomia prevista sarà di almeno 1 ora.

#### **2.1.6. IMPIANTO RILEVAZIONI INCENDI SSEU**

Saranno realizzati nei locali comandi e servizi ausiliari ed avranno lo scopo di rilevare i principi d'incendio ed attivare le segnalazioni necessarie (locali e remote), per consentire gli interventi tendenti a ridurre al minimo i danni conseguenti.

Gli impianti saranno conformi alle norme UNI EN 54 e UNI 9795.

Ciascun impianto è costituito da:

- una centralina ad indirizzamento individuale munita di display dal quale si possono acquisire le segnalazioni e gli allarmi relativi al sistema, completa di tutti i necessari circuiti funzionali (ingressi per le aree da controllare, autodiagnostica, segnalazioni con display, funzioni di prova, ecc.), morsettiera con contatti puliti liberi da tensione per le segnalazioni locali e remote. La centralina sarà provvista di batteria tampone con autonomia minima di 24 ore.
- cavi di tipo schermato con proprie vie cavi;
- rilevatori ottici di fumo analogici;
- rilevatori di temperatura termovelocimetrici.

### **2.1.7. IMPIANTO ANTINTRUSIONE SSEU**

Sarà realizzato all'interno degli edifici con protezione delle porte esterne, delle finestre. Esso è previsto a scopo preminentemente antivandalico e deve consentire l'invio al posto remoto, mediante gli apparati di teleoperazione, della segnalazione di allarme per "intrusione estranei".

L'impianto e i componenti saranno conformi alle norme CEI 79-2/3/4.

L'impianto sarà costituito da:

- sensori a contatti magnetici collegati alla centralina di allarme, installati sulle porte di accesso dall'esterno e sulle finestre;
- sensori volumetrici a raggi infrarossi passivi, collegati alla centralina di allarme, installati nella sala comandi;
- centralina di allarme con batteria in tampone incorporata, completa di tutti i necessari circuiti funzionali (ingressi sensori provenienti dal campo, analisi segnali, segnalazioni con display, antimanomissione dei sensori esterni, ecc.), dispositivi antimanomissione, morsettiera con contatti puliti finali per le segnalazioni locali e remota di "intrusione estranei".

Sarà, inoltre, prevista una idonea chiave elettronica per l'inserzione/disinserzione volontaria dell'impianto da parte del personale, con segnalazione locale e remota di "presenza personale".

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla leggi vigenti alla data di installazione.

Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI

applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto.

Nel dettaglio:

CEI 79-2: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;

CEI 79-3: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;

CEI 79-4: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua;

CEI 64-2: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;

CEI 103-1: Impianti telefonici interni;

CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici. Vanno inoltre rispettate le disposizioni della legge 818/84 per quanto applicabili.

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza o incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme CEI 79-3).

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti dovranno essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che dovranno prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che dovrà intervenire su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria.

In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

La raccolta, la registrazione, la conservazione e, in generale, l'utilizzo di immagini configura un trattamento di dati personali.

È considerato dato personale, infatti, qualunque informazione relativa a persona fisica identificata o identificabile, anche indirettamente, mediante riferimento a qualsiasi altra informazione.

La conservazione delle immagini, in applicazione del principio di proporzionalità dovrà essere commisurata al tempo necessario - e predeterminato - a raggiungere le finalità perseguite, dovrà essere limitata a poche ore o, al massimo, alle ventiquattro ore

successive alla rilevazione, fatte salve speciali esigenze di ulteriore conservazione in relazione a festività o chiusura degli uffici, nonché nel caso in cui si dovesse aderire ad una specifica richiesta investigativa dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria.

L'integrale cancellazione automatica delle informazioni dovrà avvenire allo scadere del termine previsto da ogni supporto, anche mediante sovra-registrazione, con modalità tali da rendere non riutilizzabili i dati cancellati.

Più in generale dovranno essere osservate tutte le disposizioni emesse dal Garante della Privacy.

#### **2.1.8. SISTEMA ANTIRATTO SSEU**

Sarà fornito un sistema antiratto provvisto di una centrale tipo PC 40 ad emissione di segnali a bassa frequenza e n. 4 terminali diffusori di vibrazioni BTerrier.

#### **2.1.9. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO**

Sarà previsto se necessario nei locali ausiliari e comandi mediante termoconvettori elettrici.

Gli impianti di riscaldamento (opzionali) saranno previsti per assicurare una temperatura interna ai locali non inferiore a valori prefissabili mediante termostati (circa 14 – 18 °C in relazione alla presenza o meno di personale) e per impedire la formazione di acqua per condensazione dell'aria umida.

Gli apparecchi per il riscaldamento saranno costituiti da termoconvettori elettrici autonomi con potenza di 1500 – 2000 W e termostato incorporato.

#### **2.1.10. IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO**

Saranno realizzati nei locali ausiliari e comandi, mediante condizionatori autonomi di tipo split a due sezioni; unità evaporante interna e unità motocondensante installata all'esterno, aventi potenzialità frigorifere adeguate.

L'aria condizionata sarà adeguatamente filtrata e immessa negli ambienti in modo uniforme, tenendo conto della disposizione delle apparecchiature installate e mantenendo la velocità dell'aria nell'ambiente al di sotto di 0,2 m/s.

#### **2.1.11. IMPIANTI DI VENTILAZIONE**

Saranno realizzati nei locali quadri media tensione La ventilazione sarà prevista con un estrattore per ciascun locale con la funzione di assicurare un ricambio d'aria opportuno mediante estrattore a parete con portata almeno di 1000 m<sup>3</sup>/h. Il comando degli estrattori è manuale o automatico, mediante termostato.

#### **2.1.12. AUTOMAZIONE CANCELLO E SISTEMA DI SORVEGLIANZA**

Per l'ingresso alla stazione sono previsti due cancelli semiautomatici, scorrevoli orizzontalmente tramite motoriduttori e cremagliera, conforme alle norme CEI EN 60335-2-103: il primo avrà 7 m di ampiezza, e un secondo di 5 m.

I cancelli saranno automatizzati mediante l'impiego di logica programmabile e delle apparecchiature necessarie per consentire i comandi di apertura/chiusura locali.

Sui cancelli saranno inoltre installati i necessari dispositivi di sicurezza.

Saranno, inoltre, previsti due cancelli pedonale con comando di apertura locale.

Sono adottati particolari accorgimenti relativi all'impianto di terra, per evitare tensioni di

contatto pericolose (eventuale utilizzo di trasformatore di isolamento).

### **2.1.13. IMPIANTO DI MESSA A TERRA- GENERALITÀ**

L'impianto di messa a terra a tensione nominale  $\leq 1000$  V corrente alternata e  $\leq 1550$  V corrente continua dovrà essere realizzato secondo le norme vigenti.

All'impianto dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc).

L'esecuzione dell'impianto di terra andrà correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche.

Per quanto riguarda gli impianti a tensione nominale  $> 1000$  V corrente alternata, le norme di riferimento sono CEI EN50522 e CEI EN 61936 e ss.mm.ii.

L'impianto di terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure

periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma CEI 64-8.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si dovrà porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore e il conduttore di terra dovranno essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni dovranno essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno.

Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili.

In ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale ) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore dovrà avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra ).

Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili.

È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mq.

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di

terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella stabilita nelle norme CEI 64-8.

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

L'appaltatore dovrà curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione.

È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi.

Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

Nel dettaglio l'impianto di terra dovrà comprendere

- Maglie interrate attorno alle cabine con picchetti dispersori a croce in acciaio zincato pari ad almeno 1,5 metri con relativi pozzetti di ispezione;
- Rete di terra realizzata con corda di rame nudo di sezione almeno pari a  $50 \text{ mm}^2$  interrata ad una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro;

- Collegamenti a terra delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con corda di rame nudo di sezione almeno pari a  $50 \text{ mm}^2$ ;
- Collegamento parti metalliche dei convertitori a centro stella del trasformatore MT/BT con cavo giallo/verde di sezione almeno pari a  $35 \text{ mm}^2$ ;
- Collegamento quadro di parallelo stringhe con cavo giallo/verde secondo norma;
- Picchetti dispersori collegati tra loro con corda di rame nudo da  $50 \text{ mm}^2$ ;

### **2.1.13.1. IMPIANTO DI MESSA A TERRA\_SSEU**

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame e dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista per una durata di 0,5 sec.

Il lato di maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 99-3 e dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 s. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (e.g., Portali, TA, TV, Scaricatori) le dimensioni delle maglie saranno opportunamente ridotte.

La rete di terra primaria sarà costituita da conduttori in corda nuda di rame dal diametro di 10,5 mm (sezione  $63 \text{ mm}^2$ ) interrati ad una profondità di 0,7 m, aventi le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione per una grande varietà di terreni
- comportamento meccanico adeguato
- bassa resistività, anche a frequenze elevate
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano il dispersore alle strutture metalliche, saranno in rame

di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm<sup>2</sup>) collegati a due lati di maglia.

Tali conduttori costituiscono la rete secondaria di terra.

La messa a terra degli edifici sarà realizzata mediante un anello perimetrale di corda di rame da 125mm<sup>2</sup> dal quale partiranno le cime emergenti che saranno portate nei vari locali.

Alla rete di terra saranno collegati anche i ferri di armatura dell'edificio, delle fondazioni, dei portali, dei chioschi e dei cunicoli, quanto questi sono gettati in opera; il collegamento sarà effettuato mediante corda di rame da 63 mm<sup>2</sup> collegata alle bacchette di acciaio dell'armatura di fondazione per mezzo di saldatura alluminio-termica.

Al fine di aumentare la protezione dei cavi contro i disturbi di origine elettromagnetica, è prevista la posa di corda di rame, della sezione minima di 63 mm<sup>2</sup> sopra al fascio di cavi da proteggere.

Le corde saranno collegate agli estremi, tramite capicorda stagnati, ai collettori di terra dell'edificio e dei chioschi o alle cime emergenti della maglia di terra in prossimità dei sostegni delle apparecchiature AT.

### 3. ELETTRDOTTO AT

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x1600 mm<sup>2</sup>, posati ad una profondità minima di 1,50 m.

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- ✓ Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- ✓ Perdite di potenza minori del 5%.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del cavo:

- Conduttore: alluminio
- Sezione: 1 x 1600 mm<sup>2</sup>
- Isolante: XLPE
- Schermo: fili di rame e nastro di alluminio
- Guaina: PVC
- Temperatura massima del conduttore: 90 °C
- Temperatura massima del conduttore in regime di corto circuito (0,5 s):  
250 °C
- Tensione nominale d'isolamento: 87/150 kV
- Tensione massima continuativa (U<sub>m</sub>) 1: 70 kV
- Gradiente elettrico massimo a U<sub>o</sub>: 6.7 kV/mm

- radiante elettrico minimo a  $U_0$ : 4.0 kV/mm
- Norma di riferimento: IEC60840

Di seguito si riporta la sezione tipica e la scheda tipica del cavo AT previsto:

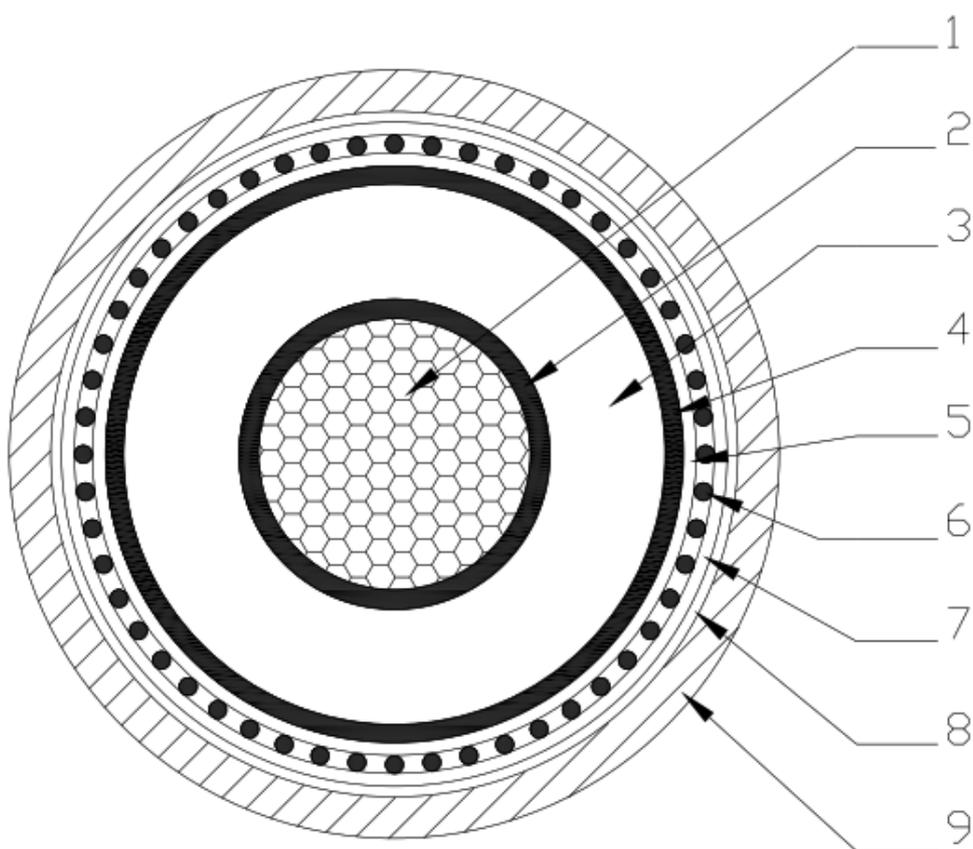


Fig. 3 Stratigrafia cavo AT

<b>Rif.</b>	<b>Strato</b>	<b>Descrizione</b>
1	Conduttore	Corda rotonda compatta a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
5	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
6	Schermo metallico	Fili di rame + nastro di alluminio
7	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
8	Guaina metallica	Nastro di alluminio
9	Guaina esterna	Guaina di polietilene grafitata

## Cables for a moving world

Codice/code	DOCUMENTO / DOCUMENT	DATA/DATE	REV
ARE4H1H5E 87/150 kV 1X1600	ARE4H1H5E 87-150 KV 1X1600_rev2A	11/05/2021	2A

U.M.

LONGITUDINALLY WATER BLOCKED CONDUCTOR			
Material	Stranded aluminium (Cl. 2)		
Nominal cross section	mm <sup>2</sup>	<b>1X1600</b>	
TRATOS CODE	210872		
Nominal diameter	mm	49,0	
Max. resistance at 20°C	Ω/km	0,0186	
CONDUCTOR SCREEN			
Type	Extruded semiconductor layer		
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour	Black		
INSULATION			
Material	XLPE		
Nominal thickness	mm	17,0	
Nominal diameter	mm	88,0	
Colour	Natural		
INSULATION SCREEN			
Type	Extruded semiconductor layer bonded		
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour	Black		
WRAPPING			
Type	Semiconductive water blocking tape		
INNER SCREEN			
Formation	Aluminium wires Semiconductive water blocking tape		
Nominal diameter	mm	103,0	
OUTER SCREEN			
Type	Copolymer coated aluminium tape		
Nominal thickness	mm	0,20	
OUTER SHEATH			
Material	<b>MD PE + semiconductive layer</b>		
Nominal thickness	mm	4,5	
Nominal diameter	mm	113,0	
Nominal weight	Kg/km	13.085	

GENERAL CHARACTERISTICS		
Min. Bending radius	mm	20 x Ø
Max. conductor short-circuit current (initial temp. 90°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	208
Max. conductor resistance at 90°C 50 Hz	Ω/Km	0,0273
Max. screen resistance at 20°C (inner + outer)	Ω/Km	0,124
Max. screen short-circuit current (initial temp. 80°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	31,5
Current carrying capacity, Depth of laying 1,2 m, Ground temp. 20°C	A	1.000
Thermal resistivity 1°C m/W cross bonding, flat		
Nominal capacitance	µF/km	0,270
Nominal reactance	Ω/km	0,122

Tab. 2 estratto datasheet cavo AT

Il cavo sarà interrato alla profondità di circa 1,50 m, con disposizione delle fasi a trifoglio

affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà ancora in piano ma ogni fase risulterà distanziata dalla attigua di almeno 25 cm.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per le diverse pose si vedano documenti allegati. Di seguito si riporta la posa tipica prevalente sotto strada.

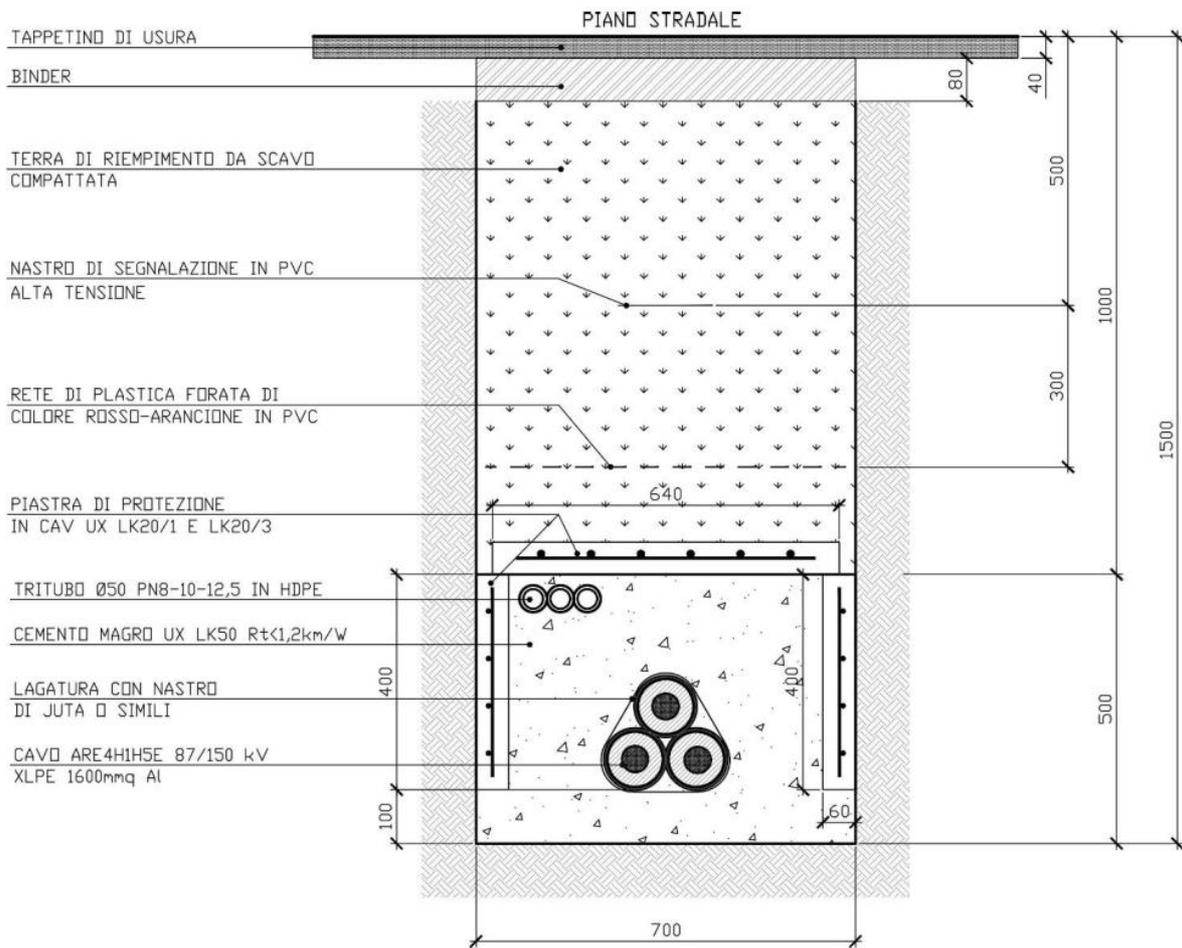


Fig. 4 – Sezione di posa a trifoglio sotto strada

Ovviamente, lungo il percorso del cavo, il cavo sarà giuntato ogni 500-700 metri a seconda della lunghezza massima di bobine mediante giunti da installare in apposite buche giunti con annessi pozzetti dove installare le cassette per sezionamento degli schermi.

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e delle pezzature delle bobine di cavo.

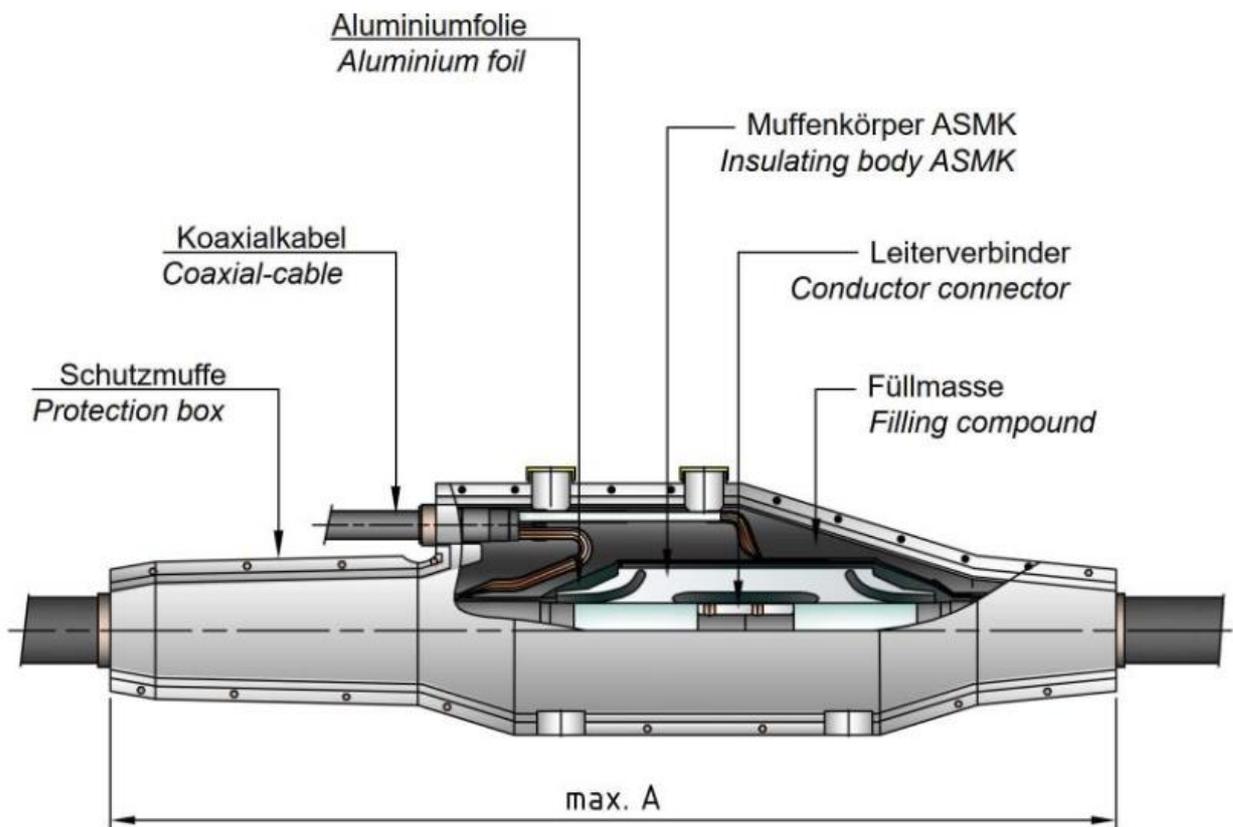


Fig. 5 – Tipico giunto per cavo AT

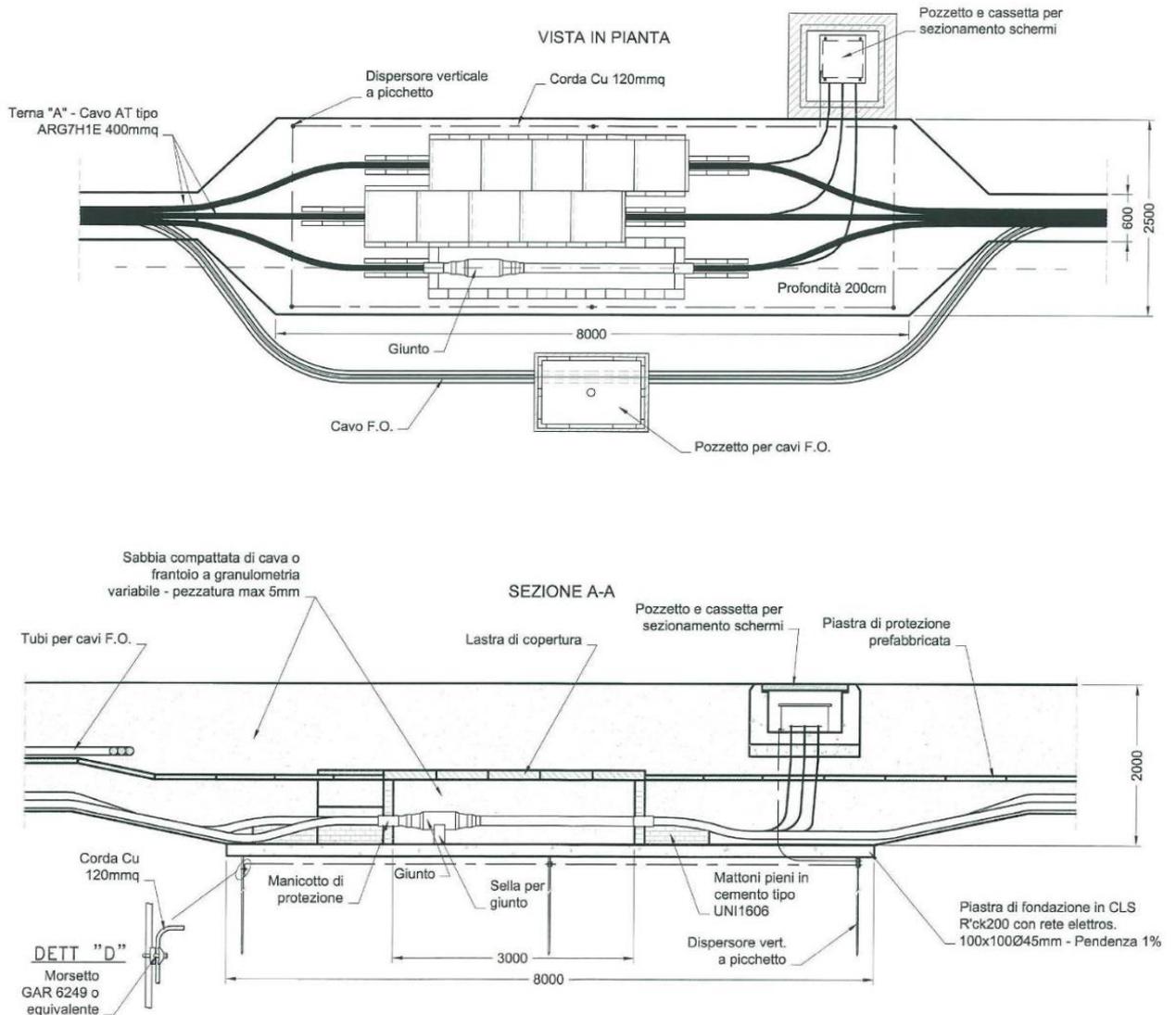


Fig. 6 – Tipica buca giunti

Sono previsti i test come da Standard IEC 60840, in particolare si provvedere la prova in corrente alternata come da articolo 15.2 della suddetta Norma.

La prova potrà essere realizzata secondo due modalità alternative (da concordare):

- Applicazione di forma d'onda sostanzialmente sinusoidale con frequenza compresa tra 20

Hz e 300 Hz ed ampiezza 150 kV (fase - terra) per 1h

- Applicazione di tensione 87 kV (fase – terra) per 24 h

La prova in corrente continua degli schermi sarà eventualmente da concordare (articolo 15.1).

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione SSE-U 30/150 kV e la stazione elettrica SSE-R 150kV, costituito da un cavo a più fibre ottiche.

### **3.1. INSTALLAZIONE DEI CAVI - GENERALITA'**

Le linee sotterranee di alimentazione saranno realizzate in cavo unipolare / multipolare con guaina rigida / flessibile in rame ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, non propagante l'incendio a norme Norme CEI EN 60332-2-22 o CEI EN 60332-3-24 e marchio IMQ a contenuta emissione di gas tossici o corrosivi a norme CEI 20-37.

L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17 e i raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 10 volte il diametro degli stessi.

La stessa norma prescrive che la profondità minima di posa è rispettivamente:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 1,0 m)

Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti.

Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi, se richiesta la protezione meccanica, una fila continua di mattoni disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea.

Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli interventi futuri.

Durante la posa l'Appaltatore dovrà verificare che i cavi non mostrino danneggiamenti e

dovrà posarli con la cura necessaria a non rovinare il letto di posa predisposto.

Per il riempimento dei cavidotti si utilizzeranno i materiali rivenienti dagli scavi che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse.

Il primo strato, fino ad un' altezza di ricoprimento di circa 20-30 cm sulla generatrice superiore del cavo, sarà realizzato sempre con sabbia vagliata mentre il riempimento successivo, da eseguirsi appena ultimato e compattato lo strato precedente, sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati e accuratamente compattati fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che si manifesteranno successivamente.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da frammenti rocciosi di dimensioni maggiori a 10 cm., questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, onde evitare i danneggiamenti dei cavi.

Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute anche se dovranno essere trasportati da siti più lontani.

Il rinterro totale non dovrà risultare inferiore alla profondità di scavo, e se per raggiungere tale scopo non bastasse il materiale scavato, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali o a prelevarlo e trasportarlo da cave di prestito evitando che in esse ristagni acqua.

Allorché per raggiungere la necessaria altezza di ricoprimento dei cavi occorresse spingere il rilevato al di sopra del piano naturale di campagna, questo sarà sagomato a sezione trapezoidale secondo le prescrizioni che saranno impartite all'atto pratico dalla

Direzione dei Lavori.

Il materiale di rinterro dovrà essere sistemato in modo da superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli eventuali assestamenti successivi.

Se, anche dopo aver raggiunto la minima altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore dei cavi restasse ancora il materiale, questo - ad eccezione di quando possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi - dovrà essere rimosso a cure e spese dell'Appaltatore.

Gli scavi che interesseranno sedi stradali, ovvero pavimentazioni asfaltate o in calcestruzzo, onde evitare rotture eccessive, saranno preceduti da una delimitazione della larghezza della trincea mediante scalpello automatico.

L'attraversamento delle sedi stradale sarà effettuato in due fasi successive al fine di consentire la circolazione in senso alternato e lasciare sempre agibile metà della carreggiata.

Nel caso in cui risultino essere presenti opere sotterranee di altri cavi elettrici, telefonici, tubazioni acqua, metanodotti, ecc. o laddove l'ubicazione delle suddette opere risulti incerta, lo scavo entro un raggio di 3 m sarà eseguito a mano fino al reperimento dell'opera stessa.

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare.

Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato in progetto e saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 60 cm sotto il livello del terreno.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante e un filo

pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Eventuali pozzetti di infilaggio saranno realizzati sul posto o preferibilmente prefabbricati.

## **3.2. CAVI**

### **3.2.1. SPECIFICHE TECNICHE**

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_o/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale  $U_o/U = 450/750$  V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali  $U_o/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV.

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00722 (HD 308).

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero,

marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo ) e nero (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro

tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00721.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro.

Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase.

In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone; sono vietati i singoli colori verde e giallo.

I cavi elettrici, anche quelli soggetti a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE ) 305/2011, inerente i cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di

costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse .

I cavi soggetti al CPR devono obbligatoriamente essere marcati con:

- identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente ) dal numero distintivo;
- descrizione del prodotto o sigla di designazione;
- la classe di reazione al fuoco.

Essi, inoltre, possono anche essere marcati con i seguenti elementi:

- informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
- anno di produzione;
- marchi di certificazione volontaria ad esempio il marchio di qualità IMQ EFP;
- informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano

le altre marcature obbligatorie.

La norma CEI EN 50575 specifica per i cavi soggetti a CPR:

- i requisiti di prestazione alla reazione al fuoco;
- le prove di comportamento al fuoco da effettuare;
- i metodi di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni.

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi conformi alla norma CEI 20-35 (EN 60332-1), che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;

- cavi non propaganti l'incendio conformi alla normativa CEI 20-22 (EN 60332-3), che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi montati a fascio;
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, rispondenti alla norma CEI 20-35 (EN 60332) per la non propagazione dell'incendio e alle norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362), che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio.

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

**a. requisiti generali:**

CEI-UNEL 00722 – Identificazione delle anime dei cavi;

CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici;

CEI EN 50334 - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;

CEI-UNEL 35024-1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35024-2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V

in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;

CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;

CEI 20-21 (serie ) - Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

**b. cavi tipo A** (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali  $U_0/U = 300/500$ ,  $450/750$  e  $0,6/1$  kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV;

CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di

qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6 / 1 kV;

CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro ). Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV;

CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;

**c. cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi.** Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV:

CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV;

CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;

CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari rigidi con o senza

schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;

CEI EN 50525 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;

CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti senza alogeni. Cavi con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con gomma elastomerica, sotto guaina

termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35371 - Cavi per comando e segnalamento isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV;

IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V;

IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con miscela termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V

- FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH.

**d. cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750$  V:**

CEI EN 50525-2-31 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

Cavi per applicazioni generali - Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC;

CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale

U<sub>0</sub>/U: 450/750 V;

CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 450/750 V;

IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U non superiore a 450/750 V;

**e. cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:**

CEI 20-39/1 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U<sub>0</sub>/U di 0,6/1 kV;

**f. cavi tipo D**

(II categoria) = cavi con tensioni nominali U<sub>0</sub>/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U<sub>m</sub> = 1,2 kV) up to 30 kV (U<sub>m</sub> = 36 kV).

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968 e ss.mm.ii..

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti

ammessi per caduta di tensione.

In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Il conduttore di terra potrà essere:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in

rame o ferro zincato;

- non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);

- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Il conduttore PEN (solo nel sistema TN) sarà non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame).

I conduttori equipotenziali principali saranno non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame).

Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame).

I conduttori equipotenziali supplementari dovranno essere:

- fra massa e massa, non inferiori alla sezione del conduttore di protezione minore;

- fra massa e massa estranea, di sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;

- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiori a 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetti meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetti meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

#### **4. LAVORAZIONI**

##### **4.1. INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI E DEGLI IMPIANTI**

I materiali e le forniture occorrenti per la costruzione dell'impianto e delle relative opere accessorie oggetto d'appalto, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi, normative e regolamenti vigenti in materia.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alla specifica normativa indicate nel Capitolato o negli altri documenti contrattuali nonché dovranno essere approvvigionati dall'impresa a tempo debito, in modo da evitare interruzione o ritardi nella esecuzione dei lavori, assicurando l'ultimazione delle opere nel termine stabilito.

L'Appaltatore sarà tenuto ad adeguarsi ad ogni modifica delle disposizioni vigenti in materia che si verificheranno durante l'esecuzione dell'appalto, senza che questo generi alcun titolo a richiedere speciali compensi e/o aumento dei prezzi.

Salvo quanto esplicitamente indicato nel Capitolato, l'appaltatore potrà approvvigionarsi dei materiali e delle forniture da quelle località che riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

Su semplice richiesta della direzione lavori l'appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e delle forniture.

Relativamente alla fornitura di materiali e di apparecchiature particolari quali ad esempio quelli elettrici e di finitura, l'appaltatore dovrà fornire tempestivamente ed entro i termini

fissati dalla direzione lavori una adeguata campionatura che consenta la scelta fra i materiali aventi analoghe caratteristiche e che siano comunque rispondenti alle prescrizioni di Capitolato.

Tale campionatura approvata e munita dei sigilli a firma della direzione lavori dovrà essere conservata a cura e spese dell'appaltatore fino al termine delle operazioni di collaudo per il controllo della corrispondenza fra i campioni ed i materiali che saranno successivamente utilizzati nell'esecuzione delle opere.

Tutti i materiali e le forniture in genere, prima di essere impiegati dovranno essere approvati dalla direzione lavori, pena la rimozione/demolizione e la sostituzione/ricostruzione a totale onere e spese dell'appaltatore di tutte quelle opere che non saranno riconosciute corrispondenti alle condizioni contrattuali.

L'appaltatore sarà obbligato su semplice richiesta della direzione lavori in corso d'opera, ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato e gli accertamenti speciali sui materiali da impiegarsi o già impiegati, nonché sui manufatti sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo e la conservazione dei campioni sarà eseguito secondo la specifica normativa del C.N.R. e le particolari disposizioni della direzione lavori e i prelievi verranno effettuati in contraddittorio e saranno appositamente verbalizzati.

I costi sostenuti per il prelevamento, la conservazione e l'invio dei campioni agli Istituti autorizzati, nonché le spese per gli esami e le prove, saranno a completo carico dell'appaltatore.

I risultati ottenuti presso gli Istituti autorizzati saranno i soli ad essere considerati validi ed impegnativi ai fini delle indicazioni e delle prescrizioni del contratto d'appalto.

L'appaltatore si obbliga a far sì che tutti i materiali e le forniture, durante il corso dei lavori, siano delle medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla direzione lavori.

Qualora i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare per qualsivoglia ragione e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà essere avanzata dall'appaltatore, neanche economica, fermo restando gli obblighi di cui al precedente capoverso.

Qualsiasi fornitura e/o materiale non accettato dalla direzione lavori perché riconosciuto non idoneo all'impiego, a suo insindacabile giudizio, dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, a cure e spese dell'appaltatore e sostituito con altra rispondente ai requisiti richiesti.

In linea generale l'accettazione in cantiere dei materiali e delle forniture da parte della direzione lavori non pregiudica in alcun modo il diritto della direzione lavori, in qualsiasi momento, durante la realizzazione e fino a collaudo avvenuto, di rifiutare i materiali stessi e gli eventuali lavori eseguiti con essi, laddove vengano riscontrati non corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni approvati.

L'appaltatore resta sempre l'unico responsabile dell'esecuzione dei lavori a regola d'arte, anche in relazione ai materiali impiegati, ancorché accettati dalla direzione lavori.

L'appalto delle opere è sottoposto alla integrale applicazione di tutte le Leggi, i Decreti, i

Regolamenti e le Circolari vigenti o poste in vigore durante il corso dei lavori, emanati dallo Stato, dalla Regione, dalla Provincia, dal Comune e dalle altre Autorità competenti in materia di esecuzione di opere pubbliche, in materia di sicurezza ed igiene del lavoro, di caratteristiche, qualità e prove di accettazione dei materiali da costruzione e di norme tecniche per le costruzioni nonché tutte le norme tecniche dettate dalla Scienza delle costruzioni ed emanate dal C.N.R., dalla C.E.T. e tutta la normativa UNI, UNIPLAST, C.E.I.-UNEL, attinenti alle opere eseguite nel corso dei lavori.

## **4.2. OPERE CIVILI**

Le opere civili comprenderanno le seguenti lavorazioni:

- scavi, rilevati, livellamenti, compattazioni ed eventuali opere di sostegno del terreno;
- opere di consolidamento, sostituzione, bonifica geotecnica del terreno (se necessarie)
- realizzazione dell'edificio servizi in SSE Utente;
- realizzazione di strade e piazzali;
- realizzazione dei basamenti in cemento armato;
- realizzazione della maglia di terra;
- realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi idrici;
- realizzazione di cavidotti;
- smaltimento dei materiali di risulta;

#### **4.2.1. SCAVI**

Gli scavi di qualunque tipologia e finalità saranno in accordo con i disegni di progetto esecutivi e le eventuali prescrizioni della direzione lavori.

Le superfici di scavo verticali, orizzontali od inclinate, dovranno essere accuratamente spianate, con intervento di mano d'opera manuale, sia per le rifiniture che per l'esecuzione delle parti di scavo ove tale intervento sia necessario.

Nell'esecuzione delle proprie attività, l'appaltatore impiegherà i mezzi più idonei e nel modo che riterrà più opportuno in considerazione del fatto che il medesimo appaltatore sarà ritenuto in ogni caso unico responsabile di danni a cose e persone e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza e/o dalla insufficienza delle opere provvisorie adottate, dagli attrezzi adoperati e dalla poca diligenza nel sorvegliare gli operai, nonché alla inosservanza delle disposizioni tecnico legislative vigenti in materia. L'appaltatore sarà pertanto obbligato a provvedere a propria cura e spese alla manutenzione degli scavi, allo sgombero dei materiali franati o comunque caduti negli stessi e al conseguente ripristino delle sezioni.

Nell'esecuzione degli scavi, da eseguirsi su terreni di qualsiasi natura e consistenza anche bagnati o in presenza di acqua, si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, dall'abbattimento e allo sgombero di alberi ed arbusti, dalla estirpazione di radici e ceppaie alla demolizione di residui di manufatti presenti in superficie o rinvenuti nel terreno, senza che all'appaltatore competano particolari compensi oltre quelli stabiliti nel prezziario inerenti gli scavi.

Le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti pertanto, qualora si rendesse necessario puntellare, sbatacchiare od armare le pareti degli scavi, l'appaltatore dovrà provvedere a propria cura e a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti, per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori e per evitare danni alle proprietà confinanti e alle persone.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dalla direzione lavori.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi l'appaltatore dovrà provvedere di propria iniziativa e a proprie spese affinché le acque fluenti sulla superficie del terreno siano deviate e non si riversino negli scavi e a tale scopo provvederà a togliere ogni impedimento al regolare deflusso delle acque superficiali ricorrendo anche, ove necessario, all'apertura di fossi di guardia e di canali fugatori.

L'appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, ad assicurare il regolare smaltimento delle acque di infiltrazione che eventualmente fluissero dal fondo e dalle pareti dello scavo procedendo, ove possibile, da valle verso monte, in modo da favorire lo scolo naturale ovvero ricorrendo all'esaurimento ed aggotamento delle acque con i

mezzi più opportuni al fine di mantenere quanto più possibile asciutto il fondo dello scavo.

I relativi oneri sono stati tenuti in considerazione nel calcolo dei prezzi inerenti le opere di scavo; contrariamente a quanto appena detto, saranno considerati scavi subacquei, e come tali valutati e compensati secondo la relativa voce di elenco tutti gli scavi eseguiti in presenza di acqua di falda, limitatamente alla sola parte eseguita al di sotto della quota alla quale si stabilizzano le acque stesse.

Qualora le materie provenienti dagli scavi non siano ritenute, a insindacabile giudizio della direzione lavori, utilizzabili per l'esecuzione di rinterri o per la formazione di rilevati o per altro impiego in ambito di cantiere, dovranno essere allontanate dal cantiere e portate a rifiuto alle pubbliche discariche a cura e spese dell'appaltatore.

Qualora, invece, le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzabili successivamente per rinterri o per la formazione di rilevati, esse potranno essere depositate in prossimità degli scavi o all'interno del cantiere, in un luogo adatto, concordato con la direzione lavori e tale da non ostacolare lo svolgimento dei lavori, per poi essere riutilizzate quando necessario.

Sarà cura e responsabilità unica dell'appaltatore evitare che nel caso in cui vi siano materie rivenienti dagli scavi temporaneamente depositate in cantiere, per un successivo riutilizzo in situ, queste possano arrecare danno alle proprietà pubbliche o private confinanti, provocare frane, ostacolare il libero deflusso delle acque superficiali od intralciare il traffico delle strade pubbliche o private.

In caso di inosservanza di tale obbligo da parte dell'appaltatore, la direzione lavori potrà

richiedere l'immediato allontanamento, a cura e spese dell'appaltatore, delle materie inopportunamente depositate ed in contrasto alle precedenti regole.

Qualora l'appaltatore, ai fini di una propria gestione del cantiere, ritenga opportuno veicolare il materiale riveniente dagli scavi a discarica autorizzata al fine di disporre di spazio libero all'interno del cantiere, pur sapendo che le suddette materie potrebbero essere riutilizzate, egli dovrà successivamente provvedere a rifornirsi di materie altrettanto idonee, senza che ciò costituisca alcun titolo per la richiesta di speciali compensi oltre a quanto già stabilito.

Qualora durante l'esecuzione degli scavi emergano interferenze con canalizzazioni esistenti, l'appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni e le disposizioni necessarie a garantire la perfetta funzionalità ed efficienza delle canalizzazioni, secondo le prescrizioni tecniche richieste delle Amministrazioni interessate e competenti e senza che questo comporti il diritto a maturare altri compensi aggiuntivi.

Analogamente, durante l'esecuzione degli scavi lungo le strade di ogni genere e categoria l'appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, ad adottare ogni disposizione e precauzione necessaria per garantire la sicurezza dei transito a pedoni, animali e veicoli, restando in ogni caso unico responsabile di eventuali danni alle persone e/o cose e di ogni conseguenza derivasse dalla mancanza o dalla insufficienza delle precauzioni adottate.

#### **4.2.2. SCAVI DI SBANCAMENTO E DI SPLATEAMENTO**

Per scavi di sbancamento e di splateamento si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno, per la formazione di piani di appoggio di platee

di fondazione, per l'apertura di sede stradali, vespai e rampe incassate e più in dettaglio si opererà allo scavo di splateamento per quelle lavorazioni in cui è previsto un vasto scavo ad andamento pianeggiante, mentre si opererà allo scavo di sbancamento per quegli interventi di modifica dell'andamento naturale del terreno ove la quota di scavo finito presenta una profondità di almeno 3 metri rispetto la quota originaria.

Nel caso di specie, saranno comunque considerati scavi di sbancamento tutti i tagli a larga sezione che, pur non rientrando nelle precedenti definizioni, siano tali da consentire l'accesso con rampa ai mezzi meccanici di scavo e a quelli di carico/scarico di materie.

La profondità e le caratteristiche degli scavi dovranno corrispondere ai disegni di progetto e alle particolari prescrizioni impartite dalla direzione lavori.

Tutte le opere eseguite dovranno rispettare i criteri di esecuzione a regola d'arte e pertanto l'Appaltatore dovrà:

- durante l'esecuzione delle opere mantenere gli scavi all'asciutto e liberi da vegetazione di qualsiasi natura e dimensione;
- evitare l'uso di diserbanti chimici che in ogni caso dovranno essere preventivamente autorizzati dalla direzione lavori;
- fino al collaudo dell'opera curare la perfetta sagomatura e spianatura del fondo, la perfetta profilatura dei cigli;

#### **4.2.3. SCAVI PER LA POSA IN OPERA DI CAVI ELETTRICI**

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) avranno ampiezza e

profondità variabile rispettivamente in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 40 a 100 cm) e in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare.

Per i cavi la profondità di posa sarà di 1 m per la bassa tensione e di 1,2 m per la media tensione è tuttavia consentito alla direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, di disporre in fase esecutiva varianti in aumento o diminuzione delle profondità citate senza che l'appaltatore possa avanzare richiesta di ulteriori compensi.

In sede di progettazione si è cercato di ottimizzare il percorso in quanto i cavidotti saranno realizzati per quanto possibile, ed in funzione delle condutture pre-esistenti, al lato di strade esistenti ovvero entro i percorsi di nuova realizzazione all'interno dell'area di impianto.

Nell'esecuzione degli scavi per la posa dei cavi dovrà essere rispettato l'andamento piano-altimetrico previsto in progetto o quando stabilito in fase esecutiva dalla direzione lavori.

Nell'esecuzione delle opere l'appaltatore dovrà accertarsi che il fondo degli scavi aperti per il collocamento in opera dei cavi sia ben spianato intendendosi per esso che non saranno accettate sporgenze o infossature superiori ai cm 3 nel tratto di asse stradale a pendenza costante indicate nel profilo longitudinale.

Allo stesso modo le pareti degli scavi non dovranno presentare elementi sporgenti o pericolanti che, in ogni caso, dovranno essere tempestivamente rimossi dall'appaltatore.

Qualora gli scavi dovessero rimanere aperti, l'appaltatore dovrà farsi carico di ogni onere per eventuali sgomberi del materiale, armature, rimozione di acqua accumulata e per la perfetta manutenzione dello scavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura

dello stesso e dagli eventi meteorici verificatesi anche se di carattere eccezionale.

L'appaltatore dovrà inoltre gestire al meglio il coordinamento delle fasi di scavo con le fasi di posa dei cavi in modo che queste due fasi siano il più possibile allineate tra loro.

Eventuali disallineamenti tra i tempi di posa in opera dei cavi e di predisposizione degli scavi non potranno in alcun modo generare in favore dell'appaltatore compensi di sorta oltre quelli previsti in Capitolato qualora l'avanzamento del proprio lavoro non sia in linea con l'avanzamento della posa dei relativi cavidotti.

A tal fine, gli scavi per cavidotti potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della direzione lavori, qualora le lavorazioni già iniziate non vengano completate, compreso il rinterro.

Per il riempimento delle scavi si dovranno adoperare i materiali provenienti dagli scavi, qualora ritenuti idonei dalla direzione lavori.

Il rinterro dovrà essere eseguito secondo le seguenti fasi:

- per il primo strato, fino ad un'altezza di ricoprimento di 30 cm sull'estradosso superiore dei cavi, si dovranno utilizzare materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di pietre e similari di dimensioni maggiori di 5 cm, erba, frasche e quant'altro non adeguato allo scopo;

- il riempimento successivo sarà eseguito fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza tale da compensare eventuali assestamenti successivi alla posa;

L'appaltatore resterà sempre responsabile dei danni prodotti ai cavi se direttamente correlati al modo con cui si sono eseguiti i rinterri.

Qualora la direzione lavori non dovesse ritenere idonei i materiali provenienti dagli scavi

per le successive operazioni di rinterro, l'appaltatore avrà l'obbligo di sostituirli, in tutto o in parte con altri ritenuti idonei dalla direzione lavori ancorché provenienti da cave di prestito a qualsiasi distanza.

Qualora per motivi tecnici e/o di sicurezza lungo le strade di ogni genere e tipo, sia durante l'esecuzione degli scavi che nel periodo di tempo in cui questi resteranno aperti, non fosse sicuro o tecnicamente possibile, a insindacabile giudizio della direzione lavori, depositare il materiale riveniente dai medesimi scavi lateralmente alla trincea, allora l'appaltatore dovrà trasportarli in luoghi adatti, da cui saranno periodicamente ripresi per le fase successive di riempimento, senza che queste attività aggiuntive possano dar luogo a una maggiorazione di alcun tipo ai compensi già stabiliti nel capitolato

#### **4.2.4. SCAVI PER LA POSA IN OPERE DI IMPOANTO DI MESSA A TERRA**

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa di corda di rame nudo per gli impianti di dispersione di terra avranno profondità pari ad almeno 50 cm rispetto al piano di campagna e se possibile saranno utilizzati le medesime trincee predisposte dall'appaltatore per la posa di cavidotti, onde evitare inutili opere aggiuntive e/o movimentazioni di terra.

#### **4.2.5. ACQUA**

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose o organiche e non aggressiva.

L'acqua da impiegare nella formazione di composti, malte e calcestruzzi dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003 e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- dovrà avere un pH compreso tra 6 e 8;

- dovrà essere dolce e pertanto non dovrà presentare tracce di sali, quali solfati e cloruri, in percentuali dannose ovvero superiori a 0,5% e pertanto vietata l'acqua di mare;
- dovrà avere una torbidezza non superiore al 2% e pertanto dovrà essere priva di materie terrose e organiche;

Per gli impasti cementizi è vietato l'impiego di acqua di mare e pertanto non dovrà presentare tracce di Sali superiori allo 0,5%.

Tale divieto è tassativo per i calcestruzzi armati e in tutte le strutture che inglobano materiali metallici soggetti a corrosione.

#### **4.2.6. LEGANTI**

Per le opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

I leganti idraulici dovranno rispettare le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e dal D.M. 3.06.1968, D.M. 31.08.1972 e D.M. 13.09.1993.

Tutte le forniture di cemento dovranno essere munite di certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione;

Più in dettaglio la fornitura dei leganti idraulici in cantiere dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora allo stato sfuso.

I cementi, se in sacchi, dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria ed i sacchi dovranno essere conservati sopra tavolati di legno sollevati dal suolo e ricoperti di cartonfeltri bitumati cilindrici o fogli di polietilene.

La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art. 3 della legge 26.5.1965, n. 595 .

L'introduzione in cantiere di una partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti.

In ogni caso dovranno essere chiaramente indicati la qualità del legante, il peso, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua per malta normale e le resistenze minime a trazione e compressione a 28 gg. di stagionatura, stampati sulle confezioni nei primi due casi o sui documenti di accompagnamento nell'ultimo caso.

Dovranno essere eseguite prove e controlli periodici ed i materiali dovranno essere stoccati in luoghi idonei ovvero in locali asciutti, predisposti a cura e spese dell'appaltatore.

Per quelli allo stato sfuso lo stoccaggio sarà effettuato in siti adeguatamente protetti.

Le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle prescrizioni aggiuntive impartite dal direttore dei lavori.

I leganti potranno essere rifiutati e dovranno essere allontanati dal cantiere anche ad accettazione avvenuta di una partita, verranno su tutti i sacchi il cui contenuto presenti grumi o parti avariate o comunque dimostri di aver subito l'azione dell'umidità.

I cementi dovranno avere un inizio della presa dopo 45 minuti dall'impasto e il termine presa dopo 12 ore, con resistenza a compressione e flessione variabili a seconda del tipo di cemento usato e delle quantità e rapporti dell'impasto.

#### **4.2.7. ADESIVI**

In tutti gli interventi che prevedono la ripresa dei getti o di nuovi getti su vecchi o la stuccatura di giunti è previsto l'impiego resine viniliche o polisolfuri con relativi primer.

Per tutte le applicazioni, l'appaltatore è obbligato ad impiegare materiali di prima qualità e si impegna a sottoporre al direttore dei lavori tre campioni di materiale di ogni tipo, prodotti da case di primaria importanza e corredati da documentazione di prove di laboratorio e di pratiche applicazioni.

La direzione lavori potrà richiedere ulteriori prove di qualifica e di controllo e, a valle della scelta della direzione lavori, l'appaltatore sarà obbligato all'impiego dei materiali indicati dalla direzione lavori, rimanendo totalmente responsabile della rispondenza in termini di applicazione e durabilità nel tempo.

#### **4.2.8. ADDITIVI**

Le medesime prescrizioni si dovranno applicare ai materiali additivi da impiegare quali fluidificanti e anti-ritiro nelle malte di iniezione di bloccaggio di armature di ferro.

Per tale impiego l'appaltatore potrà proporre l'uso di resine poliesteri o di altra tipologia, di cui l'appaltatore dovrà offrire garanzia di prestazioni e durevolezza.

A riprova della qualità del prodotto proposto dall'appaltatore, la direzione lavori potrà richiedere all'appaltatore di esibire i risultati di laboratorio ufficiale che attestino la conformità del prodotto alle norme UNI vigenti.

#### **4.2.9. INERTI**

Gli inerti e gli additivi da impiegare nella formazione di conglomerati bituminosi dovranno corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. ed essere rispondenti alle rispettive norme di esecuzione lavori.

Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e dovranno essere costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso e saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso.

Tra le ghiaie si escluderanno contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire da frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee o basaltica, a struttura microcristallina o di calcari durissimi ad alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo.

#### **4.2.10. SABBIE E INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI**

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente priva di materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea o in subordinazione quarzosa, granitica o calcarea, dovrà essere di grana omogenea, ruvida al tatto e provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione con esclusione di rocce decomposte o gessose e da sostanze organiche o comunque nocive e corrispondere alle caratteristiche granulometriche prescritte dall'art. 2 delle

“Norme per l’accettazione dei pietrischi, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R.

Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l’eliminazione delle eventuali materie nocive e alla prova di decantazione in acqua, comunque la perdita di peso non dovrà essere superiore al 2%.

Le ghiaie i pietrischi e le sabbie che verranno impiegati nella formazione dei conglomerati cementizi per opere in calcestruzzo semplice o armato dovranno essere corrispondenti ai requisiti prescritti dal D.M. 14 Febbraio 1992, alla circolare 24.06.1993 n374061 e successive modifiche ed integrazioni, nonché alle normative UNI CNR.

I suddetti dovranno essere costituiti da elementi omogenei, di natura preferibilmente silicea o silicatica, provenienti da rocce con alta resistenza alla compressione, compatte, uniformi e non gelive, con esclusione di rocce decomposte o gessose o marmose.

Dovranno risultare assolutamente esenti da sostanze organiche od argillose e da altre sostanze estranee o comunque nocive.

La sabbia che verrà utilizzata in miscela con leganti idraulici dovrà essere esente da solfati e ove necessario ripetutamente lavata con acqua dolce fino al raggiungimento dei requisiti richiesti.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o facilmente sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

La granulometria degli aggregati da impiegarsi nella formazione dei conglomerati dovrà sempre corrispondere a quello stabilito dalla direzione lavori in relazione alla destinazione dei getti e alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi.

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, la direzione lavori potrà far prelevare campioni provenienti dagli impasti secondo le modalità previste dalla normativa vigente, indicando le relative procedure per l'effettuazione delle prove nonché il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

#### **4.2.11. CALCE AEREA, CALCE IDRATA E GESSI**

Le calce aeree dovranno avere le caratteristiche e i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione delle calce" del R.D. 16.11.1939 n° 2231.

Sarà consentito esclusivamente l'impiego di calce idrata in polvere che dovrà provenire dallo spegnimento totale di calce in zolle, attuati in stabilimenti specializzati; la polvere dovrà presentarsi fine, omogenea e secca e dovrà essere confezionata in imballaggi idonei che dovranno essere conservati in locali ben asciutti.

Gli imballaggi dovranno indicare chiaramente il produttore, il peso del prodotto e la specifica se si tratta di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

I gessi per edilizia dovranno essere corrispondenti ai requisiti prescritti dalle norme UNI 5371-84.

Dovranno essere di recente cottura, asciutti, di fine macinazione, privi di materie eterogenee.

I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati di idoneo materiale indicanti il nome del produttore e la qualità del gesso contenuto.

La conservazione dovrà essere effettuata utilizzando tutti gli accorgimenti che possano evitare degradazioni da umido.

#### **4.2.12. MATERIALI FERROSI E ALTRI METALLI**

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

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

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

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

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

I materiali ferrosi da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere privi di soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilature e dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Eventuali tagli eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso in cui presentino delle irregolarità dovranno essere rifiniti con smerigliatrice.

Le superfici destinate a trasmettere sollecitazioni dovranno combaciare perfettamente.

Le operazioni di piegatura e spianamento potranno essere eseguite per pressione o, per particolari lavorazioni, se richiesto l'intervento a caldo, questo non dovrà creare concentrazioni di tensioni residue.

I fori per i chiodi e bulloni dovranno essere eseguiti con il trapano il cui diametro sia inferiore di almeno 3 mm rispetto al diametro definitivo per poi essere successivamente rifiniti con l'alesatore.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti dovranno essere realizzate con le seguenti modalità:

- saldature eseguite ad arco che dovranno essere precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica; le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;
- bullonatura che dovrà essere eseguita, dopo un'adeguata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi idonei all'uso; le operazioni di

serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con chiave dinamometrica;

- chiodature realizzate con chiodi riscaldati a fiamma o elettricamente e introdotti nei fori e ribattuti.

I materiali ferrosi dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 14.02.1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle eventuali prove fatte eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti, e tutte le particolari prescrizioni di seguito riportate in funzione del loro impiego:

a) Acciai per strutture metalliche

Gli acciai, i bulloni ed i chiodi da impiegarsi nella esecuzione delle strutture metalliche portanti, dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alla modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle prescrizioni di cui alle NTC 2018 e successive modifiche ed integrazioni

b) Profilati, barre e lamiere di acciaio

I materiali dovranno essere conformi per qualità e caratteristiche alle prescrizioni della Norma UNI EN 10025, mentre per dimensioni e tolleranze ammesse nei profilati e nelle lamiere dovranno fare riferimento alla normativa UNI 5397-64; UNI 5398-64; UNI 5679-73; UNI 5681-73; UNI EN 10029 ed UNI EN 10025.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie ripiegature, cricche e altri difetti.

c) Acciai per calcestruzzi

Gli acciai per barre ad aderenza migliorata che verranno impiegati nella esecuzione delle opere in calcestruzzo armato dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di cui alle NTC 2018 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **4.2.13. LATERIZI**

Tutti i laterizi ed i manufatti ad uso nelle costruzioni dovranno rispondere alle condizioni stabilite dal D.P.R. 21.04.93 n° 246.

I materiali laterizi utilizzati nell'esecuzione delle murature e nella costruzione di solai e tetti dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" di cui al R.D. 16.11.1939 n° 2233.

Per i laterizi da impiegare nelle murature in genere si farà riferimento alle norme UNI 8942 mentre per i laterizi da impiegare nei solai si farà riferimento alle norme UNI 9730.

Per le opere in muratura non in zona sismica si farà riferimento al D.M. 20.11.87 "norme tecniche per la

progettazione l'esecuzione ed il collaudo degli edifici in muratura" nonché la circolare LL.PP. 4.1.89 n° 30787.

I laterizi pieni, forati e per coperture dovranno:

- complessivamente essere scevri da sassolini ed altre impurità;
- avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani;
- assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi o sfiorire sotto l'azione degli agenti atmosferici o di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco e al gelo;

- avere resistenza adeguata, giusto grado di cottura;
- avere forma geometrica precisa

Per quanto riguarda i requisiti e le prove si farà riferimento alle norme U.N.I. 2105, 2106, 2107, 8942/1, 8942/2, 8942/3, 9730/1, 9730/2, 9730/3 mentre per quanto riguarda le categorie, le caratteristiche e le prove di qualificazione si farà riferimento alla normative UNI 8942/1 e 8942/3 e alle prescrizioni del DM 14 febbraio 1992.

I materiali dovranno presentare facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità, ed avere superfici atte alla adesione delle malte.

#### a) Blocchi forati per murature

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati blocchi forati di tipo 12 x 12 x 25/4 UNI 8942/1, categoria non inferiore alla 4, se portanti, salvo diverse indicazioni.

La superficie dei blocchi dovrà essere leggermente rigata per aumentare l'aderenza delle malte e gli spigoli longitudinali arrotondati; l'area di ciascun foro non dovrà superare il 10% della superficie della faccia forata.

#### b) Blocchi forati per solai

Per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1, e per le

caratteristiche e le prove di qualificazione alla normativa UNI 8942/1. Dovranno essere utilizzati esclusivamente blocchi di tipo A 8942/1, salvo diverse indicazioni.

La resistenza a compressione dovrà risultare non inferiore a 200 Kg/cmq;

#### c) Mattoni forati

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati i mattoni forati corrispondenti alla 1° categoria, se portanti, salvo diverse indicazioni.

d) Mattoni pieni

Per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni, si farà riferimento alla normativa UNI 894211.

Dovranno essere impiegati i mattoni del tipo A 5,5 x 12/2 UNI 8942/1, di categoria non inferiore alla 2°, salvo diverse indicazioni.

e) Mattoni semipieni

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati mattoni di tipo 12 x 12/2 UNI 8942/1 di categoria non inferiore alla 2°, salvo diverse indicazioni.

f) Tavelle e tavelloni

Le tavelle ed i tavelloni dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla normativa UNI 2107 e per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 2105 e UNI 2106.

g) Tegole piane e tegole curve

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla normativa UNI 8635 e per la

caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8626.

#### **4.2.14. CONDOTTE DI SCARICO IN PE-AD**

Le tubazione in PE AD per condotte di scarico interrate dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Ottima resistenza all'abrasione
- Leggerezza
- Ottima lavorabilità
- Impermeabilità
- Facilità nella posa
- Buona resilienza

Il polietilene impiegato è Polietilene Alta Densità idoneo a conferire alla tubazione le caratteristiche richieste dall'applicazione (elevata rigidità anulare, resistenza a liquidi aggressivi, ecc.).

La fornitura e posa in opera di tubazione di polietilene alta densità (PE AD) per condotte di scarico interrate non in pressione, realizzata per coestrusione continua di due pareti (quella interna liscia e di colore azzurro per facilitare l'ispezione visiva o con telecamere, quella esterna corrugata e di colore nero), dovrà essere interamente conforme alla norma UNI EN 13476 e certificato con marchio di qualità di prodotto da ente certificatore terzo accreditato, con diametro nominale esterno come da progetto e classe di rigidità anulare SN 8 misurata secondo EN ISO 9969.

La tubazione dovrà essere prodotta da azienda operante in regime di qualità di produzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001/2008 e in regime di qualità ambientale UNI EN ISO 14001/2004.

Le barre dovranno essere dotate di giunzione a bicchiere o manicotto esterno con relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1.

Il tubo dovrà riportare la marcatura prevista dalla norma UNI EN 13476 e dovranno essere esibite:

- certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il

metodo di prova descritto nella UNI EN 1446;

- certificazione in regime di qualità ambientale (UNI EN ISO 14001:2004);

- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO 9001:2008);

- certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dal UNI EN

13476 con il metodo di prova descritto nella EN 1277;

- certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3;

- certificazione IIP del sistema di giunzione;

### **4.3. OPERE IN CEMENTO ARMATO**

Per tutte le opere in cemento armato, cemento armato precompresso e strutture metalliche, gli acciai, i conglomerati cementizi e le parti in metallo dovranno essere conformi alle normative vigenti nonché alle prescrizioni impartite dalla direzione lavori e dovranno essere eseguite dall'appaltatore in modo rigoroso, nel rispetto delle normative e in modo tale da essere eseguite a regola d'arte e nel rispetto della qualità massima.

Nella progettazione e nella esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato ed in acciaio dovranno essere tassativamente e perfettamente osservate le prescrizioni stabilite dalle Norme Tecniche di cui al D.M. 14 febbraio 1992, dalla Circolare del Ministero LL.PP. del 24.06.1993 n° 374061STC e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto di competenza dell'impresa, dovranno inoltre essere rispettate le disposizioni di cui alla L. 5 novembre 1971, n.1086, alla L. 2 febbraio 1974, n.64 ed alla L.R. 6 dicembre 1982, n. 88.

#### **4.3.1. CALCESTRUZZI**

Nel presente articolo si fa riferimento alle caratteristiche dei componenti del calcestruzzo e ai controlli da effettuare.

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi con adeguate caratteristiche di resistenza alle specifiche azioni aggressive.

Specificamente in ambiente solfatico si devono impiegare cementi resistenti ai solfati

conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 ed alla norma UNI 9156 o, in condizioni di dilavamento, cementi resistenti al dilavamento conformi alla norma UNI 9606.

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione.

Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo.

Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato.

Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;

- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del

contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità;

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata nonché accettata in cantiere.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato (frammenti di calcestruzzo $\geq$ 90%, UNI EN 933-11:2009)	$\leq$ C20/25	fino al 60%
	$\leq$ C30/37	$\leq$ 30%
	$\leq$ C45/55	$\leq$ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Tab. 13 Aggregati grossi provenienti da riciclo

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da

elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto del cls	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	strutturale	2+

Tab. 14 Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica. I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Tenore di solfati e zolfo
Dimensione per il filler
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ e aggregato proveniente da riciclo)

Tab. 15 Controlli di accettazione degli aggregati

Ferme restando le considerazioni del comma 3, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose.

Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos.

La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti

di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Agregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Designazione e criteri di conformità;

UNI 8520-2 - Agregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Requisiti;

UNI 8520-21 - Agregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

UNI 8520-22 - Agregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;

UNI EN 12620 - Agregati per calcestruzzo;

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;

UNI EN 13139 - Agregati per malta.

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, potrà fare riferimento anche alle seguenti norme:

UNI EN 13055-1 - Agregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;

UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;

UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450-1 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento.

Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà

comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

Le norme di riferimento sono:

UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;

UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.

10. La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub>, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

Le norme di riferimento sono:

UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;

- antigelo-superfluidificanti.

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

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

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

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

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

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

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

concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

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

7123.

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

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

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

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI

7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la

stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

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

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo.

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

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

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

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal

paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore ) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del

D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;

- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI EN 480-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.

Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.

Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per

malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa

tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite

dopo la stagionatura.

Le norme di riferimento sono:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

Per quanto riguarda gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni, l'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette ) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO4 minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l

Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

Tab. 16 Caratteristiche acqua di impasto

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Tab. 17 Classi di resistenza

Oltre alle classi di resistenza riportate in tabella si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Tab. 18 Classi di resistenza minima

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- a. valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- b. controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- c. controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- d. prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a) del comma 22, l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Relativamente al controllo di cui alla lettera c) del comma 22, il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 17/01/2018:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_{cm28}$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

Tab. 19 Controllo di accettazione del conglomerato

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con

i metodi completi dell'analisi statistica la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente il coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

Le prove complementari di cui alla lettera d) del comma 22 si eseguono al fine di stimare la resistenza e il

conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari, ma potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

#### **4.3.2. CASSEFORME**

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite e lavate con getto di acqua per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc.

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate e avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri.

La rimozione delle casseforme dai getti deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche e solo quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze e i tempi di maturazione del calcestruzzo.

In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e comunque la decisione è lasciata al giudizio della direzione lavori.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate

mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

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

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Le casseforme dovranno essere realizzate in legno e/o metallo. Le casseforme in legno dovranno essere costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm., di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola. In fase di assemblaggio delle tavole si dovranno prevedere giunti di 1/3mm, per consentire la dilatazione, dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto e, per evitare la rottura degli spigoli, listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri. Il legname dovrà essere accatastato su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aereazione senza

introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Il legname dovrà essere collocato in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protetto con teli impermeabili; La pulizia del legname dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione).

#### **4.4. LAVORAZIONI E OPERE PROVVISORIALI**

Le lavorazioni e le opere provvisorie necessarie per eseguire le opere oggetto del contratto d'appalto incluso impalcature, ponteggi, casseri, armature ecc, dovranno essere realizzate in modo da garantire stabilità delle opere stesse oltre che eseguite in condizione di sicurezza.

Qualora le opere di tipo provvisoria siano complesse, l'Impresa dovrà munirsi di progetto esecutivo e calcoli statici che dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa sarà unica responsabile per danni eventualmente provocati alle opere stesse, nonché a cose e/o persone, che siano direttamente riconducibili a mancata esecuzione delle opere a regola d'arte o a esecuzione impropria.

Tale responsabilità si applica anche alle attrezzature, ai macchinari e mezzi d'opera

utilizzati per l'esecuzione delle opere/lavorazioni.

La direzione dei lavori consegnerà all'Impresa il progetto delle opere e relativi dettagli costruttivi e l'Impresa dovrà prendere visione degli stessi e valutare in dettaglio tutti le prescrizioni e le modalità costruttive ivi riportate.

L'impresa dovrà verificare preventivamente la stabilità delle opere, delle strutture, degli scavi, delle strutture di sostegno, dei rilevati, degli argini e di ogni altra opera eseguita anche in prossimità di manufatti esistenti.

L'Impresa ha l'onere e la responsabilità della corretta esecuzione dei lavori, in relazione alle tavole progettuali e alle disposizioni impartite dalla D.L.

Tutti i lavori e le opere eseguite dall'Impresa saranno accettate dalla Direzione Lavori solo se eseguite in conformità alla indicazione e prescrizioni riportate nel capitolato e se eseguite a regola d'arte.

Qualora la Direzione Lavori dovesse rilevare delle opere o lavorazioni non eseguite a regola d'arte o eseguite in difformità alla prescrizioni contrattuali o in difformità alla indicazioni impartite dalla direzione lavori potrà imporre all'Impresa il rifacimento delle opere eseguite in difformità.

Se il rifacimento di tali lavori comporta demolizioni di altri lavori, eseguiti dall'Impresa o da altre Ditte, ciò non costituisce titolo per evitare tali rifacimenti, né per chiedere compensi per il risarcimento dei lavori propri od altrui forzatamente demoliti.

Qualora la Direzione Lavori riscontri eventuali difformità durante l'esecuzione delle opere tali da comportare aggravii anche negli oneri che fanno capo ad altre ditte, tali difformità dovranno essere tempestivamente rettificate a proprie spese dall'Impresa .

Qualora l'Impresa dovesse riscontrare discordanza fra tavole progettuali e disposizioni presenti in capitolato che possano comportare oneri fra loro diversi, l'Impresa dovrà eseguire il lavoro in conformità delle prescrizioni ritenute più idonee dalla direzione lavori, senza che ciò possa comportare particolari compensi aggiuntivi.

Nel caso di esecuzione di opere e lavorazioni non contemplate nel capitolato, l'Impresa dovrà fare riferimento agli articoli di pertinenza del Capitolato Speciale tipo per lavori edilizi, predisposto dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP., o in alternativa l'Impresa potrà scegliere le metodologie e i procedimenti costruttivi che riterrà più opportuni e idonei purché preventivamente approvati dalla direzione lavori che deciderà dopo disamina delle proposte pervenute.

#### **4.5. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO**

Il trasporto degli impasti dovrà avvenire su betoniere dotate di contenitori rotanti o dovrà essere effettuato con contenitori idonei sollevati meccanicamente.

Il tempo necessario per il trasporto e l'eventuale sosta prima del getto non deve superare il tempo necessario a garantire un getto omogeneo e di qualità che nel caso di calcestruzzo ordinario sarà di 45/60 minuti e, nel caso di calcestruzzo preriscaldato, di 15/30 minuti.

Prima di ogni getto, l'Impresa dovrà controllare le casseforme, le armature e verificarne la pulizia interna e del fondo.

Durante la posa del getto l'Impresa dovrà ridurre, per quanto possibile, l'altezza di caduta del conglomerato in modo da evitare impatto contro le parti delle casseforme e

procedere con il getto in maniera uniforme per strati orizzontali non superiori a 35/40 cm, procedendo con vibratura del composto sulla parti già eseguite.

La posa del getto dovrà avvenire tenendo conto delle condizioni climatiche e adottando tutti gli eventuali accorgimenti richiesti dalla direzione lavori.

L'Impresa dovrà gestire le fasi di getto del conglomerato tenendo in conto il fatto di dover operare in modo uniforme e continuo ovvero, laddove ciò non fosse possibile e quindi in caso di interruzione e successiva ripresa, il getto dovrà essere eseguito con una tempistica non superiore alle 2 ore per temperature di 35°C o a 6 ore per temperature di 5°C.

Qualora queste tempistiche non dovessero essere rispettate, l'Impresa dovrà porre in essere alcuni accorgimenti come il trattamento delle zone da riprendere con malte speciali o accorgimenti indicati dalla direzione lavori.

L'impresa dovrà eseguire il getto garantendo un buon costipamento dello stesso al fine di garantire una buona resistenza finale.

Il costipamento potrà essere trasmesso al calcestruzzo attraverso una vibrazione interna o con vibrazione esterna.

Nel caso di costipazione mediante vibrazione interna, l'Impresa dovrà utilizzare un vibratore ad immersione che dovrà essere introdotto verticalmente e spostato da un punto all'altro del calcestruzzo ogni 50 cm circa mentre la frequenza della vibrazione dovrà essere scelta in funzione del tipo di granulometria impiegata nell'impasto.

In generale dovranno essere adottate le seguenti modalità operative:

-il vibratore sarà inserito nel getto verticalmente ad intervalli stabiliti dal direttore dei lavori;

- la vibrazione dovrà interessare per almeno 10/15 cm lo strato precedente;
  - il tempo di vibrazione sarà compreso tra 5/15 secondi;
  - il getto sarà eseguito in strati uniformi di spessore non superiore a 30/40 cm.;
  - i vibratori dovranno essere immersi e ritirati dal getto a velocità media di 10 cm/sec.;
  - la vibrazione sarà sospesa all'apparire, in superficie, di uno strato di malta ricca d'acqua;
- Si dovrà avere la massima cura per evitare di toccare con l'ago vibrante le armature predisposte nella cassaforma.

Nel caso di costipazione mediante vibrazione interna, l'Impresa dovrà utilizzare vibratori a parete che dovranno essere fissati direttamente alla cassaforma che trasferirà direttamente la vibrazione all'impasto che si trasmetterà per una profondità di circa 20/30 cm e per una lunghezza di 1/2 m.

Per quanto concerne il disarmo, i tempi e le modalità dovranno essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni previste dalla normativa vigente o seguendo le specifiche istruzioni impartite dalla direzione lavori pur rispettando le regole generali che prevedono che il disarmo avvenga per gradi evitando sollecitazioni varie e solo dopo che il conglomerato abbia raggiunto il valore di resistenza richiesto.

#### **4.6. PAVIMENTAZIONE STRADALE**

La composizione della pavimentazione stradale dovrà avvenire in vari strati per assicurare che la trasmissione dei carichi dinamici che transiteranno sulla superficie stessa provochino il minimo di deformabilità e usura della sede stradale stessa. La pavimentazione stradale dovrà essere realizzata mediante l'impiego di miscele di ghiaia e

sabbia di fiume o di cava di varia granulometria o detriti di cava provenienti dalla frantumazione delle rocce aventi granulometria proporzionata alle indicazioni di progetto o alle prescrizioni della direzione lavori impartite in corso d'opera in funzione della natura e portanza delle sottofondo esistente e delle caratteristiche del traffico. La composizione granulometria delle miscele dovranno essere sempre contenute all'interno dei limiti prescritti nella documentazione esecutiva della direzione lavori . Gli aggregati non legati dovranno essere caratterizzati dalle seguenti specifiche:

- l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare
- la granulometria dovrà essere compresa in un fuso predefinito ed avere andamento continuo ed uniforme
- la perdita in peso alla prova Los Angeles dovrà essere inferiore al 30% in peso
- l'equivalente in sabbia, misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4 dovrà essere compreso tra 40 ed 80

Conglomerato bituminoso per stabilizzato	
Crivelli e setacci uni	Passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0.4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

Tab. 20 Conglomerato bituminoso per stabilizzato

Durante la posa in opera del materiale lungo la superficie stradale, la miscela dovrà esse

opportunamente e uniformemente umidificata o viceversa aerata in caso di eccesso di umidità fino a quanto non verrà raggiunta l'umidità di costipamento ottimale.

Il misto granulometrico stabilizzato dovrà essere steso tramite "motor grader" e successivamente compattata tramite rulli compattatori tradizionali.

Al termine della posa del materiale questo dovrà essere omogeneo con assenza di zone ghiaiose, sabbiose o toppe di argilla.

La posa non dovrà avvenire qualora i lavori avvengano in condizioni di eccessiva umidità o nel caso di temperature inferiori a 3°C.

Qualora l'Impresa esegua dei lavori in difformità a quanto sopra menzionato, la stessa dovrà provvedere alla scarificazione, ri-miscelazione e costipazione della parte non idonea in conformità alle prescrizioni impartite dalla direzione lavori a spese esclusive dell'impresa.

Durante la posa, l'Impresa dovrà verificare la rispondenza dei materiali ai requisiti geotecnici richiesti ovvero ciascun strato dovrà essere adeguatamente costipato con mezzi riconosciuti idonei e approvati dalla direzione lavori.

Si procederà dai lati fino al centro della carreggiata proseguendo con le operazioni fino a quanto la capacità portante dello strato finale, determinata con piastra di carico di opportuno diametro, non abbia raggiunto il valore di 800 kg/cm<sup>2</sup> nell'intervallo di carico compreso tra 1,5/2,5 kg/cm.

Gli inerti dovranno rispondere ai requisiti e alle prescrizioni del fascicolo IV delle norme CNR 1953 ed in particolare:

-la sabbia non dovrà presentare una perdita in peso superiore al 2% alla prova di

decantazione in acqua e, se necessario, dovrà essere lavata con acqua dolce fino al raggiungimento di tale requisito nonché corrispondere alle caratteristiche granulometriche prescritte dall'art.2 fasc. n°4;

- i pietrischi, pietrischetti e le graniglie costituiti da frantumati non inferiore al 30% del loro peso, dovranno essere costituiti da elementi uniformi e compatti, superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere ed altre materie estranee con una perdita per decantazione in acqua non superiore all'1%.

Gli additivi dovranno essere totalmente passanti al setaccio n°80 ASTM e per l'85% al setaccio n°200 ASTM.

Il Bitume dovrà avere una granulometria dei conglomerati tale da risultare ben assortita e costantemente compresa nei limiti previsti per ogni tipo di impasto ovvero per "Conglomerato bituminoso di tipo semiaperto per strati di collegamento\_base", "Conglomerato bituminoso di tipo semiaperto per strati di collegamento- Binder" e "Conglomerato bituminoso di tipo chiuso per strati di usura".

La composizione adottata nei vari tipi di impasti dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione Lavori e documentata sulla scorta dei risultati delle prove sperimentali eseguite su ogni tipo di impasto presso laboratori ufficiali in conformità alle modalità stabilite dalla norma UNI.

La Direzione Lavori potrà riservarsi la facoltà di approvare i risultati trasmessi o di richiedere nuove prove sperimentali, fatto salvo che in ogni caso l'appaltatore sarà sempre unico garante dell'esecuzione dei lavori secondo le prescrizioni applicabili di volta in volta e, fino a collaudo eseguito, sarà obbligato a rifare a proprie spese tutti gli

eventuali interventi per eseguire l'opera a perfetta regola d'arte.

In corso d'opera, sulla base della composizione adottata ed approvata dalla Direzione Lavori, e sempre nei limiti estremi prescritti per ogni tipo di impasto, non saranno consentite variazioni in più o in meno superiori allo 0,5% per il bitume, all' 1 % per l'additivo e al 5% per ciascun assortimento granulometrico dell'aggregato.

I conglomerati bituminosi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- elevatissima resistenza meccanica interna
- scabrezza specifica (elevatissima resistenza all'usura superficiale per conglomerati di tipo chiuso)
- grande compattezza: a costipamento ultimato, campioni di materiale tagliati ed estratti dal manto dovranno avere un volume dei vuoti residui non superiori al 4% e all'8% del totale, rispettivamente per conglomerati di tipo chiuso e conglomerati di tipo semiaperto.
- marcata impermeabilità: carote di campioni di materiale sottoposti alla prova con colonna d'acqua costante di cm. 50 di altezza, dopo 24 ore dovranno presentare un coefficiente di permeabilità  $< 10^{-6}$  cm/sec.

Gli impasti dovranno essere confezionati a caldo in impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere e capaci di assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati;

Gli impasti dovranno essere confezionati in modo da:

-garantire la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di usare almeno tre categorie fra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al mescolatore;

-garantire il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto;

-garantire il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

La Direzione Lavori si riserverà la possibilità di esaminare le varie fasi di preparazione dei conglomerati e, a tal fine, l'appaltatore è obbligato a fornire il nome commerciale e l'indirizzo della ditta di produzione dei conglomerati che dovrà consentire alla Direzione Lavori sopralluoghi nel cantiere di produzione in qualsiasi momento con facoltà di prelevare campioni di materiali nonché assistere e verificare le fasi di manipolazione e di confezionamento.

Il trasporto e la posa in opera del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare modifiche agli impasti e/o separazione dei componenti.

Gli impasti dovranno stesi ad una temperatura non inferiore a 120° C previa accurata pulizia della superficie da rivestire mediante, energico lavaggio, ventilazione e spalmatura di un velo continuo di emulsione bituminosa al 55%, del tipo e della qualità accettata dalla direzione lavori, in ragione di Kg. 0,7 a mq per la mano di attacco del conglomerato di tipo semiaperto e di Kg.0,4 a mq per la mano di attacco del conglomerato di tipo chiuso. Farà seguito la stesa del conglomerato che verrà effettuata mediante idonee macchine vibrofinitrici, del tipo approvato dalla Direzione Lavori, capaci di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti e la stesa di strati di livellette e profili perfettamente regolari e dello spessore stabilito dalla Direzione Lavori, compensando eventuali irregolarità della fondazione. La cilindatura del conglomerato dovrà essere effettuata con compressori meccanici a rapida inversione di marcia, del peso di 5-10 t. La

cilindratura comincerà iniziando il primo passaggio con le ruote motrici anteriori, procedendo dai bordi delta strada verso il centro con passaggi paralleli in modo che ogni passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro per una striscia di 25-30 cm. di lunghezza, dopo il primo consolidamento la cilindratura dovrà essere eseguita anche in senso diagonale e dovrà essere continuata fino ad ottenere il grado di addensamento prescritto per il conglomerato.

In corrispondenza delle giunzioni, dei cordoni laterali, delle bocchette dei servizi sotterranei e dei margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti, prima della stesa del manto, si dovrà procedere alla spalmatura di uno strato di bitume a caldo in modo da assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle superfici a contatto. Ogni giunzione e margine dovranno quindi essere battuti e rifiniti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati.

Successivamente, previa eliminazione degli eventuali piccoli cedimenti mediante l'aggiunta di binder, si procederà alla stesa dello strato di usura di spessore concordato con la Direzione Lavori.

Il manto di usura dovrà essere eseguito senza soluzione di continuità lungo una serie di tratti contigui e su metà strada alla volta per una lunghezza tale da completare tutta la larghezza di strada al termine di una giornata lavorativa. A lavoro ultimato i manti dovranno presentare superficie regolarissima in ogni punto e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla D.L. Ad un accurato controllo effettuato con un'asta rettilinea delta lunghezza di m. 4, in nessun punto dovranno risultare ondulazioni od irregolarità superiori a mm. 5.

#### **4.7. OPERE IN FERRO E IN ALTRI MATERIALI**

Per realizzare le opere in ferro, l'Appaltatore dovrà senza compenso esibire i disegni particolareggiati ed i relativi campioni da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori.

La lavorazione dovrà essere accurata ed eseguita a perfetta regola d'arte specie per quanto concerne le saldature, i giunti, le forgiature, ecc.

Saranno rifiutate tutte quelle opere, o parte di esse, che presentassero il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni opera in ferro dovrà essere fornita previ procedimenti di verniciatura a due mani di antiruggine a seconda delle caratteristiche dell'opera stessa.

Le opere in ferro saranno munite di tutte le guarnizioni chiudenti e congegni necessari per il loro funzionamento come cariglioni, crichetti a molla, catenelle e leve, ecc. nonché serrature a chiave ed a cricca, ove occorran, e di tutti gli accessori, con zanche, mazzette o simili occorrenti per la posa.

A posa ultimata si dovrà provvedere alla revisione e piccole riparazioni che dovessero rendersi necessarie.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità

questi verranno rifiniti con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni dovranno essere eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

- saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla direzione lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai - 5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;
- bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;
- chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

Nel caso in cui vi siano manufatti e/o strutture complesse, previo accordo con la direzione lavori, il montaggio potrà essere eseguito provvisoriamente in officina, anche a più riprese, purché nei vari montaggi siano effettuati opportuni controlli sui collegamenti e

purché l'inizio di tali operazioni siano state preventivamente comunicate alla direzione lavori in modo che questa possa eventualmente presenziarvi.

Per le strutture metalliche, l'Impresa sarà libera di scegliere il procedimento di montaggio più opportuno, previo consenso della direzione lavori, e sempre che questa non abbia già prescritto procedure di montaggio .

Tutte le operazioni di trasporto, sollevamento, montaggio dovranno essere eseguite con la massima cura e diligenza al fine di evitare situazioni di lavoro onerose che possano comportare deformazioni permanenti o auto-tensioni.

Durante la posa in opera dei manufatti e il montaggio delle strutture, l'impresa dovrà farsi carico di tutte le attività annesse e connesse come, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le operazioni di montaggio, stoccaggio, carico, scarico e sollevamento, l'impiego di manodopera specializzata e non, sistemi di protezione, ferramenta e quant'altro necessario per dare le opere eseguite a perfetta regola d'arte.

Le strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura antiruggine non soltanto sulle superfici esterne ma anche su tutte le superfici a contatto, fatta eccezione per i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti dopo il serraggio definitivo, verniciando i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A pie d'opera e prima di avviare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto.

A montaggio ultimato, in presenza di fessure, si dovrà procedere con l'applicazione di materiali sigillanti prima ancora di applicare le mani di finitura a vernice come prescritto

nelle lavorazioni inerenti tali opere e/o manufatti.

Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato o strutture metalliche dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti.

Tutte le armature metalliche dovranno essere tagliate a misura, sagomate e poste in opera comprese le legature di filo di ferro, i distanziatori, eventuali sfridi, sovrapposizioni anche se non chiaramente espresse negli elaborati esecutivi ma richieste dalla normativa vigente.

Dovranno, inoltre, rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alla modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alla Normativa Tecnica della Costruzioni vigente DM 17 gennaio 2018.

## 5. **NORMATIVA**

Il presente progetto è redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, sia nazionale che regionale, con particolare riferimento a:

- Legge Regionale n. 11 del 12 aprile 2001;
- Legge Regionale n.31 del 21/10/2008;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 3029 del 30 dicembre 2010;
- Regolamento Regionale n. 24/2010;
- Legge Regionale 24 settembre 2012 n. 25;
- Regolamento Regionale 30 novembre 2012 n. 29;
- Delibera di Giunta Regionale n. 2122 del 23/10/2012;
- Legge Regionale 16 luglio 2018, n. 38
- D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii;
- D.M. 10/09/2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” recepite dalla Regione Puglia, nella D.G.R. n. 3029 del 30/12/2010.
- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- D.Lgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti
- DM 19/05/2010: Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37
- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;

- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;

- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali

Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

- Legge 186/68: Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici

- CEI 0-16: Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti

AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo

- CEI 88-1: Parte 1: Prescrizioni di progettazione

- CEI 88-4: Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica

- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 60909-0 (CEI 11-25): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)
- CEI EN 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per

tensioni da 1 kV a 52 kV

- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Molfetta 08/09/2021

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli