

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GR LUCERA"  
CON POTENZA FOTOVOLTAICA DI 51,22 MWp  
ACCUMULO ELETTROCHIMICO DI 14 MW**

**REGIONE PUGLIA**

PROVINCIA di FOGGIA

COMUNE di LUCERA

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEI COMUNI DI LUCERA E TROIA

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:	Titolo:
R09	<b>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici</b>

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	A4	QAF1CF7_Disciplinare_09

Progettazione:	Committente:
 <b>Dott. Ing. Fabio CALCARELLA</b> Via B. Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu	 <b>GREENERGY RINNOVABILI 9 S.r.l.</b> Gruppo GREENERGY RENEWABLES SA Via Borgonovo, 9 - 20121 - MILANO grr9srl@gmail.com - grr9srl@legalmail.it P. IVA 11892580967 - REA MI-22630177
 	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Settembre 2023	Prima emissione	STC	FC	GREENERGY s.r.l.

## Sommario

1.	Descrizione dell’Impianto e caratteristiche dimensionali e strutturali.....	3
1.1.	Generalità.....	3
2.	Caratteristiche Tecniche e prestazionali – <i>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i> .....	4
2.1.	Recinzione e cancelli .....	4
2.2.	Siepe perimetrale.....	6
2.3.	Viabilità interna e aree di manovra .....	6
2.4.	Moduli fotovoltaici – caratteristiche dimensionali e prestazionali .....	7
2.5.	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	9
2.6.	Inverter / Skid.....	10
2.7.	Cabine di Raccolta .....	12
2.8.	PCS (Power Conversion System) .....	15
2.9.	Container Batterie .....	17
2.10.	Cavi .....	18
2.11.	Calcestruzzo e ferro .....	20
3.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....	25
3.1.	Cantieri, mezzi d’opera, depositi di materiali .....	25
3.1.1.	Norme generali di esecuzione .....	25
3.1.2.	Cantiere .....	25
3.1.3.	Vie d’accesso .....	25
3.1.4.	Ponteggi e opere provvisorie.....	26
3.1.5.	Macchinari e mezzi d’opera .....	26
3.1.6.	Custodia .....	26
3.1.7.	Sgombero .....	26
3.2.	Tracciamenti.....	26
3.3.	Scavi e sbancamenti.....	27
3.3.1.	Norme generali di esecuzione .....	27
3.3.2.	Tipologie di scavo .....	28
3.3.3.	Presenza di trovanti .....	29
3.3.4.	Presenza d’acqua.....	29
3.4.	Calcestruzzi .....	30
3.4.1.	Norme generali di esecuzione .....	30
3.4.2.	Componenti normali dei calcestruzzi.....	30
3.4.3.	Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi .....	31
3.4.4.	Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi.....	31
3.4.5.	Getti.....	32
	Modalità di esecuzione.....	32
	Getti in climi freddi.....	34
	Getti in climi caldi.....	36
	Stagionatura .....	37
3.5.	Casseforme.....	39
3.6.	Armature per calcestruzzi .....	39
3.7.	Fondazioni.....	40
3.8.	Impermeabilizzazioni.....	40
3.9.	Murature.....	41

---

3.10.	Vespai.....	42
3.11.	Sottofondi.....	42
3.12.	Impianti e ausiliari .....	42
3.12.1.	Rete e impianto di messa a terra .....	42
3.12.2.	Rete orizzontale di terra (“maglia di terra”).....	43
3.12.3.	Collegamenti di messa a terra (“derivazioni”).....	43
3.12.4.	Impianto di terra Impianto fotovoltaico .....	44
3.12.5.	Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici .....	44
3.12.6.	Impianti elettrici civili.....	44
3.12.7.	Impianto di illuminazione esterna.....	45
3.12.8.	Impianti speciali.....	45
3.13.	Strade marciapiedi e piazzali .....	47
3.13.1.	Pavimentazioni in asfalto .....	48
3.13.2.	Pavimentazioni in altri materiali .....	49
4.	ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE.....	50
4.1.	Controlli in corso d’opera .....	50
4.1.1.	Norme generali di esecuzione .....	50
4.1.2.	Norme generali di valutazione .....	50
4.2.	Controlli finali.....	50
4.2.1.	Norme generali di esecuzione .....	50
4.2.2.	Norme generali di valutazione .....	51
4.3.	Consegna delle opere .....	52
4.3.1.	Generalità .....	52
4.3.2.	Verifiche da parte dell’Appaltatore.....	52
1.1.1	Sezione BT e Servizi Ausiliari:.....	52
1.1.2	Impianti elettrici civili:.....	52
1.1.3	Sezione AT:.....	53
4.4.	Collaudi.....	53
4.4.1.	Generalità.....	53
4.4.2.	Collaudi in corso d’opera delle opere civili .....	54
4.4.3.	Collaudi in corso d’opera degli impianti a servizio delle opere civili .....	54
4.4.4.	Prove in corso d’opera su impianti elettrici AT, BT e impianti ausiliari.....	54
4.4.5.	Collaudi finali .....	54
4.4.6.	Norme generali di valutazione .....	54
4.4.7.	Pulizia finale .....	55
4.4.8.	Norme generali di valutazione .....	55

## 1. Descrizione dell'Impianto e caratteristiche dimensionali e strutturali

### 1.1. Generalità

L'impianto fotovoltaico propriamente detto, avrà una **potenza installata di 51,22 MWp** ed una potenza nominale scambiata con la rete di **42,29 MW**, mentre l'annesso Sistema di Accumulo (SdA), avrà una potenza nominale pari a **14 MW**.

L'impianto fotovoltaico insiste su tre aree molto vicine ma non adiacenti fra loro denominate **Campo A, Campo B, Campo C**.

In sintesi l'impianto fotovoltaico sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 610 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno; **evitando qualsiasi struttura in calcestruzzo, riducendo sia i movimenti terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti**. È previsto in particolare che siano installati **2.999 inseguitori che sostengono 28 moduli ciascuno**.
- *Inverter c.c./c.a.* associati a *Skid* preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenuti il trasformatore BT/AT con le relative protezioni BT e AT;
- N. 3 Cabine di Raccolta (**CdRA, CdRB, CdRC**), che raccolgono in AT a 36 kV tutta l'energia prodotta in ciascun Campo;
- La rete AT interna di ciascun Campo, costituita dai cavidotti interrati di collegamento tra gli Skid e le Cabine di Raccolta;
- La rete BT interna di ciascun Campo, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), sino agli inverter;
- i moduli prefabbricati (*container*) contenenti le batterie al litio per l'accumulo dell'energia prodotta;
- N. 3 Power Control System (PCS) del Sistema di Accumulo preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenuti l'inverter e il trasformatore BT/AT con le relative protezioni BT e AT
- N. 1 Cabina di Raccolta (**CdR Acc**) in cui converge in media tensione tutta l'energia prodotta dal Sistema di Accumulo;
- Cavidotto AT interrato da CdR A a Cabina Utente di Consegna (**CUC**), di lunghezza pari a 12.775 m su strade esistenti;
- Cabina Utente di Consegna nelle immediate vicinanze dell'ampliamento della nuova SE Terna di Troia a cui sarà elettricamente connessa con cavo AT sempre a 36 kV.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando le migliori tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo. In considerazione del fatto che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, è possibile che in sede di progettazione esecutiva si abbiano dei leggeri cambiamenti. Potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche di alcuni componenti (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche dimensionali dell'intero impianto (altezze, superfici) oltre all'occupazione del suolo e fabbricati. Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione sono:

- a) Recinzione
- b) Viabilità interna (strade);
- c) Moduli fotovoltaici;
- d) Inseguitori monoassiali (Tracker);
- e) Inverter - Skid
- f) Cabine elettriche;
- g) PCS batterie;
- h) Container Batterie
- i) Cavi;
- j) Opere in calcestruzzo/ferro;
- k) Impianto videosorveglianza;
- l) Impianto d'illuminazione;
- m) Impianto antincendio;

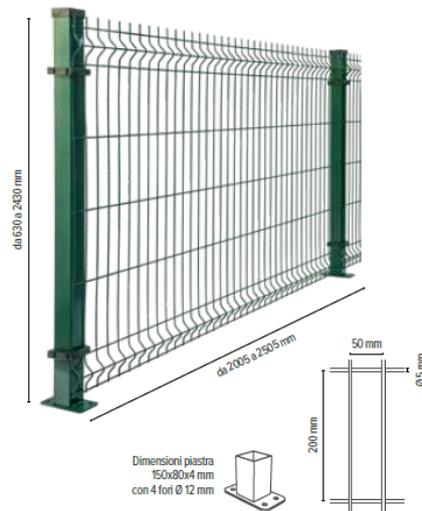
## **2. Caratteristiche Tecniche e prestazionali – IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **2.1. Recinzione e cancelli**

La recinzione dell'impianto sarà realizzata con pannelli di rete metallica con maglia 50x200 mm, di lunghezza pari a 2 m ed altezza di 2 m, per assicurare una adeguata protezione dalla corrosione il materiale sarà zincato e rivestito con PVC di colore verde. I pannelli saranno fissati a paletti di acciaio anche essi con colorazione verde. I paletti saranno infissi nel terreno e bloccati da piccoli plinti in cemento (dimensioni di riferimento 40x40x40 cm) completamente annegati nel terreno e coperti con terreno vegetale. Alcuni paletti saranno poi opportunamente controventati.

Alcuni dei moduli elettrosaldati saranno rialzati in modo da lasciare uno spazio verticale di 30 cm circa tra terreno e recinzione, per permettere il movimento interno-esterno (rispetto l'area di impianto) della piccola fauna.

I cancelli saranno realizzati in acciaio zincato anch'essi grigliati e sostenuti da paletti in tubolare di acciaio.



**Tipologico di pannello per recinzione perimetrale**

La recinzione tipo presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- **DIMENSIONI**

- Maglia 50x200 mm;
- Tondo diametro 5 mm;
- Larghezza mm 2000;
- Maglie mm 150 x 50;
- Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

- **MATERIALE**

- Acciaio S235Jr EN 10025 – zincato secondo la Norma EN 10244-2;

- **RIVESTIMENTO**

- Verniciatura con poliestere;

- **COLORE**

- Verde RAL 6005.

In fase di progettazione esecutiva le caratteristiche della recinzione potrebbero subire modifiche.

L'impianto sarà dotato di un cancello carrabile per ognuno dei 5 lotti di terreni. Il cancello sarà costituito da 2 pilastri in acciaio zincato a sostegno della struttura. I pilastri saranno ancorati ad una trave di fondazione sulla quale sarà anche posizionato il binario per lo scorrimento dello stesso cancello.

Al di fuori della recinzione sarà installata una siepe perimetrale di altezza pari a quella della stessa recinzione, il cui scopo è quello di mitigare l'impatto visivo. Nei punti in cui è presente vegetazione spontanea esistente, la siepe potrebbe essere non installata.

## **2.2. Siepe perimetrale**

Al fine di mitigare l'impatto visivo dell'Impianto da potenziali osservatori esterni, verrà piantumata all'esterno della recinzione delle aree di progetto e addossata ad essa, una siepe perimetrale di altezza pari a quella della recinzione (2 m). Sarà costituita da specie autoctone quindi tipiche della zona e di facile attecchimento e crescita.

## **2.3. Viabilità interna e aree di manovra**

La viabilità interna all'impianto fotovoltaico, come indicato negli elaborati di progetto, sarà costituita da una strada perimetrale interna alla recinzione e da una serie di strade che attraversano trasversalmente le aree di impianto. Avrà una larghezza pari a 6 metri. Dal punto di vista strutturale, tale strada consisterà in una massicciata tipo "**MACADAM**". Si prevede quindi:

- a) scoticamento superficiale per una profondità massima di 20 cm;
- b) posa di strato di base costituito da materiale lapideo proveniente da cave di prestito o scavi di cantiere, per uno spessore di 20 cm – pezzatura 70-100 mm;
- c) posa di uno strato superiore a formare il piano viabile, in misto di cava per uno spessore di 10 – pezzatura 0-20 mm.

In base alla tipologia del terreno di sottofondo riscontrato, potrebbe essere necessario l'utilizzo di telo di geo-tessuto ad ulteriore rinforzo del sottofondo, così da evitare cedimenti al passaggio dei mezzi di servizio, e crescita di erbe infestanti durante la fase di esercizio dell'impianto.

Il materiale di cui ai punti a) e b), potrà essere rinvenuto direttamente in sito durante le fasi di scavo per la posa delle Cabine di Campo. La natura del terreno su cui sorgerà il sito infatti, presente una elevata percentuale a componente rocciosa, costituita in alcune zone oltre che da roccia "sciolta", anche da banchi di roccia affiorante.

Tale materiale potrà quindi essere riutilizzato, previa caratterizzazione, per la costituzione delle fondazioni stradali.

Ciò consentirà di ridurre notevolmente l'apporto di materiale da cave di prestito, riducendo così anche i costi dell'intero progetto.

Le strade perimetrali e quelle interne, seguiranno l'andamento orografico attuale, che di per se risulta pressoché pianeggiante.

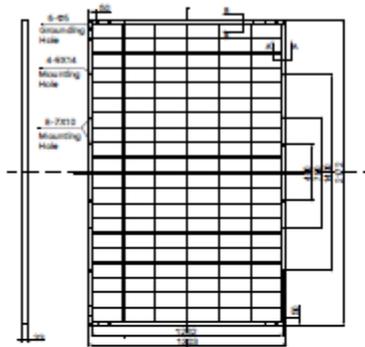
In corrispondenza di ciascun ingresso dell'impianto, sarà realizzata un'area di manovra avente le stesse caratteristiche sia costruttivo prestazionali della viabilità interna. La loro funzione è quella di garantire facili manovre di ingresso e uscita dall'impianto.

#### **2.4. Moduli fotovoltaici – caratteristiche dimensionali e prestazionali**

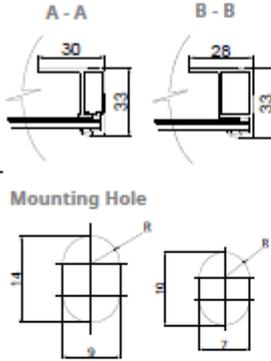
I moduli fotovoltaici che si prevede utilizzare, saranno in silicio monocristallino di potenza pari a 610 Wp. Avranno dimensioni pari a 2.172 x 1.303 x 35 mm, di seguito scheda tecnica di dettaglio:

**ENGINEERING DRAWING (mm)**

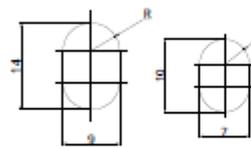
Rear View



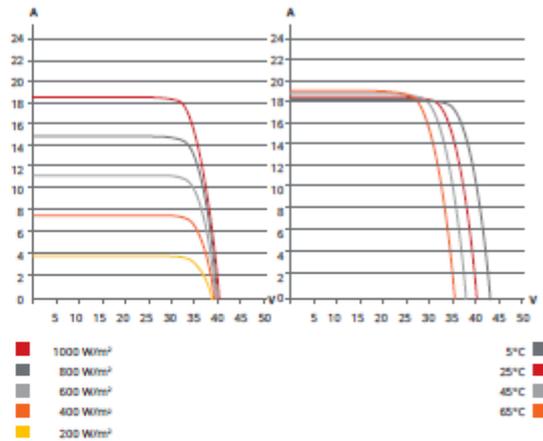
Frame Cross Section



Mounting Hole



**CS7L-580MB-AG / I-V CURVES**



**ELECTRICAL DATA | STC\***

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency	
CS7L-580MB-AG	580 W	34.1 V	17.02 A	40.5 V	18.27 A	20.5%	
	5% Bifacial Gain**	609 W	34.1 V	17.87 A	40.5 V	19.18 A	21.5%
	10% Bifacial Gain**	638 W	34.1 V	18.72 A	40.5 V	20.10 A	22.5%
CS7L-585MB-AG	585 W	34.3 V	17.06 A	40.7 V	18.32 A	20.7%	
	5% Bifacial Gain**	614 W	34.3 V	17.91 A	40.7 V	19.24 A	21.7%
	10% Bifacial Gain**	644 W	34.3 V	18.78 A	40.7 V	20.15 A	22.8%
CS7L-590MB-AG	590 W	34.5 V	17.11 A	40.9 V	18.37 A	20.8%	
	5% Bifacial Gain**	620 W	34.5 V	17.98 A	40.9 V	19.29 A	21.9%
	10% Bifacial Gain**	649 W	34.5 V	18.82 A	40.9 V	20.21 A	22.9%
CS7L-595MB-AG	595 W	34.7 V	17.15 A	41.1 V	18.42 A	21.0%	
	5% Bifacial Gain**	625 W	34.7 V	18.02 A	41.1 V	19.34 A	22.1%
	10% Bifacial Gain**	655 W	34.7 V	18.88 A	41.1 V	20.26 A	23.1%
CS7L-600MB-AG	600 W	34.9 V	17.20 A	41.3 V	18.47 A	21.2%	
	5% Bifacial Gain**	630 W	34.9 V	18.06 A	41.3 V	19.39 A	22.3%
	10% Bifacial Gain**	660 W	34.9 V	18.92 A	41.3 V	20.32 A	23.3%
CS7L-605MB-AG	605 W	35.1 V	17.25 A	41.5 V	18.52 A	21.4%	
	5% Bifacial Gain**	635 W	35.1 V	18.11 A	41.5 V	19.45 A	22.4%
	10% Bifacial Gain**	666 W	35.1 V	18.98 A	41.5 V	20.37 A	23.5%
CS7L-610MB-AG	610 W	35.3 V	17.29 A	41.7 V	18.57 A	21.6%	
	5% Bifacial Gain**	641 W	35.3 V	18.15 A	41.7 V	19.50 A	22.6%
	10% Bifacial Gain**	671 W	35.3 V	19.02 A	41.7 V	20.43 A	23.7%

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.  
\*\* Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

**ELECTRICAL DATA**

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

\* Power Bifaciality = Pmax<sub>rear</sub> / Pmax<sub>front</sub>, both Pmax<sub>rear</sub> and Pmax<sub>front</sub> are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

**ELECTRICAL DATA | NMOT\***

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7L-580MB-AG	435 W	32.0 V	13.60 A	38.3 V	14.73 A
CS7L-585MB-AG	439 W	32.2 V	13.64 A	38.5 V	14.77 A
CS7L-590MB-AG	442 W	32.3 V	13.70 A	38.7 V	14.80 A
CS7L-595MB-AG	446 W	32.5 V	13.73 A	38.8 V	14.85 A
CS7L-600MB-AG	450 W	32.7 V	13.77 A	39.0 V	14.89 A
CS7L-605MB-AG	454 W	32.9 V	13.80 A	39.2 V	14.93 A
CS7L-610MB-AG	457 W	33.1 V	13.83 A	39.4 V	14.97 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2172 x 1303 x 33 mm (85.5 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	34.5 kg (76.1 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or (Including Connector) customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A

Per Pallet 33 pieces  
Per Container (40' HQ) 594 pieces or 528 pieces (only for US & Canada)  
\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

**Datasheet - BHiKu7 Bifacciale Mono PERC da 610 W**

## 2.5. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

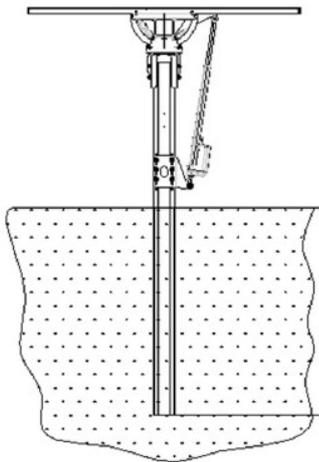
Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori (tracker) monoassiali, ovvero strutture di sostegno mobili che nell'arco della giornata "inseguono" il movimento del sole orientando i moduli fotovoltaici su di essi installati da est a ovest, con range di rotazione completo del tracker da est a ovest pari a  $110^\circ$  ( $-55^\circ/+55^\circ$ ), come indicato in figura.

I moduli fotovoltaici saranno installati sull'inseguitore su due file con configurazione *portrait* 2P (verticale rispetto l'asse di rotazione del tracker).

Su ciascun tracker saranno posizionati 28 moduli (due file da 14 moduli)

I paletti di sostegno degli inseguitori saranno direttamente infissi nel terreno, senza aggiunta di malte cementizie con tecnica "battipalo". La profondità di infissione prevista è di circa 2 m

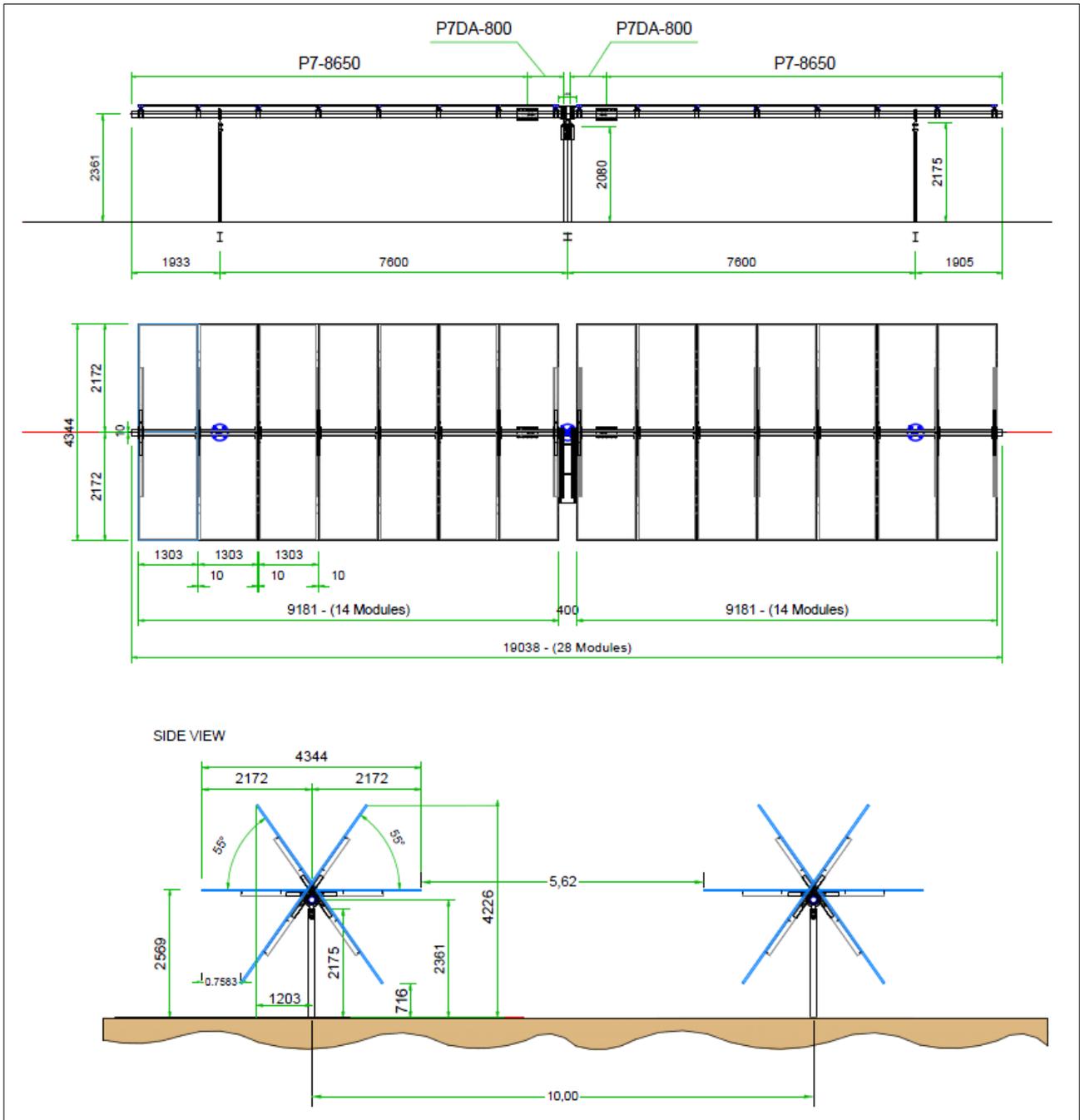
Tracker	Pot. Mod. (Wp)	N° moduli	Pot. Tracker (kWp)
<i>Tracker 28 mod</i>	610	28	17,08



**Esempio palo del tracker infisso nel terreno**



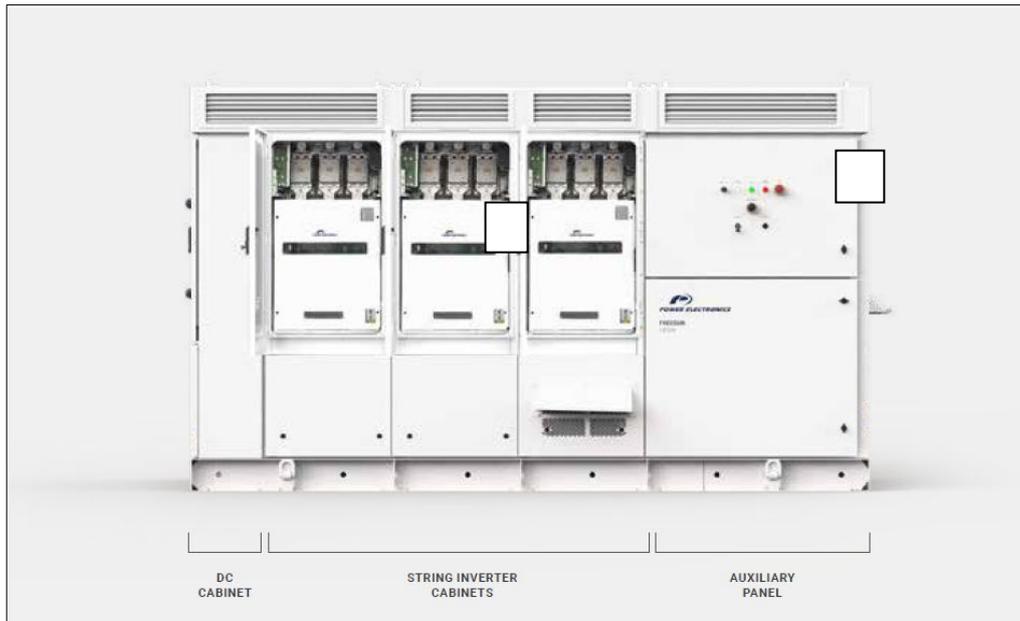
**Esempio file di Inseguitori mono assiali**



*Pianta, sezione prospetto dell'inseguitore mono assiale*

## 2.6. Inverter / Skid

L'energia elettrica prodotta in c.c. dai generatori fotovoltaici (moduli) viene prima raccolta nei Quadri di Parallelo Stringhe posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli e quindi convogliata negli inverter accoppiati agli Skid, in cui avviene pertanto prima la conversione cc/ca e quindi l'innalzamento di tensione da 0,65 kV a 36 kV (per mezzo di un trasformatore AT/BT). Da qui, l'energia sarà trasportata verso la Cabina di Raccolta di ciascun Campo. Saranno utilizzati n. 8 inverter con potenza 2.285 kVA e n. 7 inverter con potenza da 3.430 kVA.



**INVERTER - Il cabinato in figura ha dimensioni (L x H x P) 3,7 x 2,2 x 2,2 m**

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		FS2285K	FS3430K
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2285	3430
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2365	3550
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	645V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEC61000-3-2	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
INPUT	MPPt @full power (VDC) @35°C <sup>[4]</sup>	913V-1500V	
	MPPt @full power (VDC) @50°C <sup>[4]</sup>	913V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs <sup>[5]</sup>	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[6]</sup>	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) <sup>[7]</sup>	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) <sup>[8]</sup>	4000	6000
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Efficiency (Max) (η)	98.81%	98.87%
	Euroeta (η)	98.43%	98.60%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
ENVIRONMENT	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[9]</sup>	< 79 dBA	
CONTROL INTERFACE	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

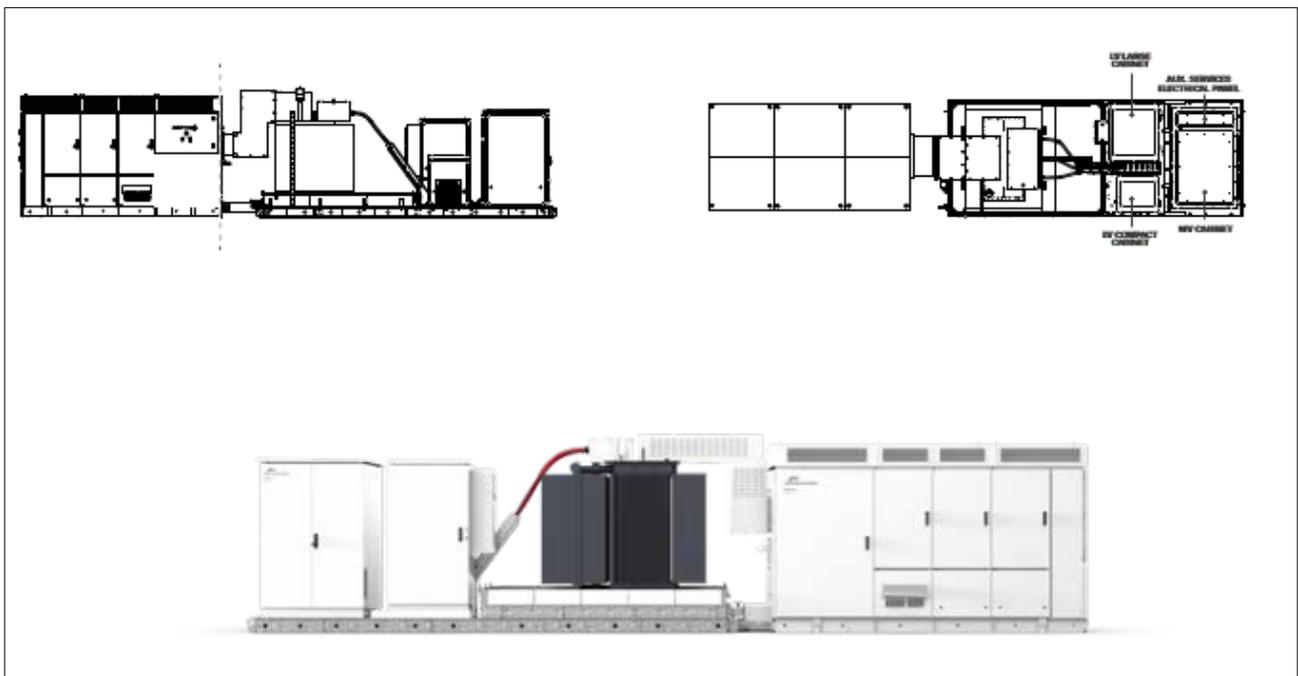
**Caratteristiche tecniche inverter**

Gli *Skid* sono piattaforme da esterno compatte, realizzate in fabbrica, trasportate e installate direttamente in sito, realizzate in acciaio zincato ad alta resistenza con tutte le apparecchiature di

alta tensione integrate, tra cui un trasformatore di alimentazione esterno, un quadro AT-36 kV, un serbatoio di contenimento dell'olio sotto il trasformatore, un filtro e una connessione di alimentazione rapida incorporata che permette l'immediata connessione all'inverter solare contiguo, allo stesso *Skid*.

I Trasformatori 0,69/36 kV (BT/AT) installati sullo *Skid* avranno potenza di 2.125 kVA o 3.670 kVA, a questi saranno accoppiati inverter rispettivamente da 2.285 kVA o 3.430 kVA.

La corrente in uscita dal gruppo di conversione/trasformazione viene convogliata in altro *Skid* collegato in serie e quindi nella Cabina di Raccolta, secondo lo schema a blocchi sotto riportato.



***Skid con trasformatore BT/AT 0,69/36 kV ed inverter accoppiato***

## **2.7. Cabine di Raccolta**

L'energia elettrica a 36 kV in c.a. proveniente dagli *Skid*/inverter verrà convogliata in tre Cabine di Raccolta (CdR) una per ciascun Campo, secondo lo Schema a Blocchi sopra riportato e che qui riproponiamo per facilità di lettura. Nelle CdR sono sostanzialmente contenute le apparecchiature AT 36 kV di protezione delle linee elettriche, oltre ad un trasformatore ausiliari e relativo quadro BT, per l'alimentazione delle utenze di servizio.

Le CdR saranno di tipo prefabbricato ed avranno dimensioni 12 x 2,5 x 3,1 m.

La cabina, come accennato, sarà a struttura prefabbricata (tuttavia in fase di progettazione esecutiva si potrà optare per una struttura gettata in opera), che pertanto non necessita di fondazioni in

cemento, fatta eccezione per la base di supporto della cabina stessa che sarà costituita da una platea in cemento dello spessore di 30 cm ed armata con rete elettrosaldada 20x20  $\phi$  10.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30 kV, guanti non in sicurezza a 30 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.



**Tipico Cabina prefabbricata**

Il linea generale il box viene realizzato ad elementi componibili (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto) prefabbricati in cemento armato vibrato, materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.

Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

Come appena detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche in c.a. unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.

L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.

Come già detto, il posizionamento delle Cabine di Campo e della Cabina di Smistamento, prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno secondo quanto previsto dalle specifiche Enel DG10061 ed. V, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

Nel particolare caso del presente progetto è prevista l'installazione di **n°3** Cabine di raccolta di ingombro massimo pari a (L, H, p) **12,00 x 2,50 x 3,20 m**. Come detto in precedenza, in fase esecutiva si potrà scegliere di accoppiare a ciascuna di esse uno Shelter prefabbricato dotato di fabbrica al suo interno del gruppo conversione / trasformazione, quindi Inverter Centralizzato e Trasformatore AT/BT. In tal caso, si utilizzeranno in luogo degli Inverter di campo previsti in progetto, per la raccolta dell'energia di singoli gruppi di pannelli fotovoltaici.

## **2.8. PCS (Power Conversion System)**

Il sistema di accumulo sarà diviso in 3 moduli, ciascuno costituito da 1 trasformatore BT/AT 0,9/36 kVA da 5.000 Kva, denominato Power Control System (PCS):



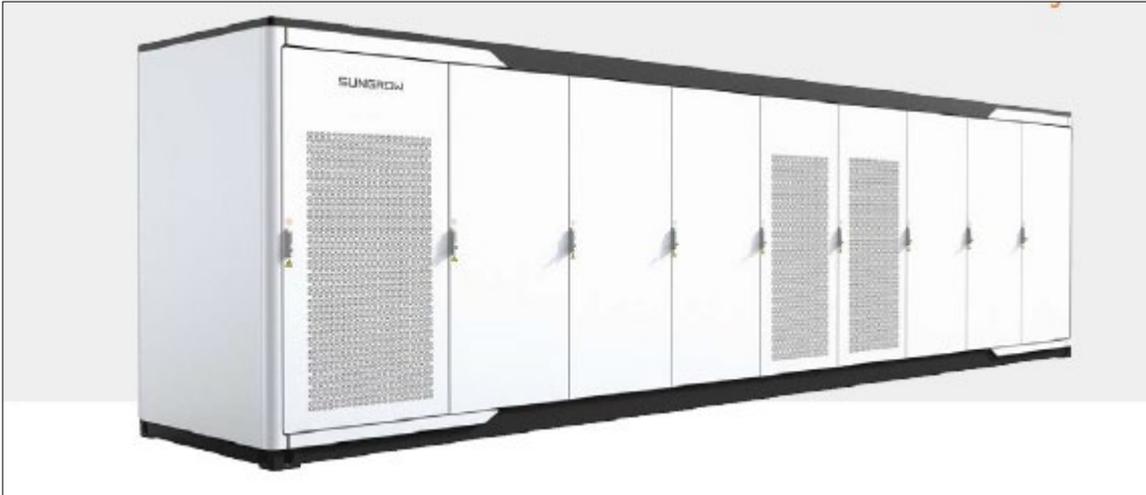
*Particolare modulo PCS*

System Type	SC5000UD-MV
<b>DC side</b>	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1300 V
DC voltage range	1300 – 1500 V
Max. DC current	2 * 2154 A @ 30 °C
No. of DC inputs	2
<b>AC side (Grid)</b>	
AC output power	5000 kVA @ 40 °C/ 5500 kVA @ 30 °C
Max. AC output current	3208 A @ 40°C / 3528 A @ 30 °C
Nominal AC voltage	900 V
AC voltage range	792 – 990 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	>0.99 / 1 leading – 1 lagging
Adjustable reactive power range	-100 % – 100 %
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
<b>AC side (Off-Grid)</b>	
Inverter port nominal AC voltage	900 V
Inverter port AC voltage range	792 – 990 V
AC voltage Distortion	< 3 % (Linear load)
DC voltage component	< 0.5 % Un (Linear balance load)
Unbalance load Capacity	100 %
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
<b>Efficiency</b>	
Inverter max. efficiency	99 %
<b>Transformer</b>	
Transformer rated power	5000 kVA
Transformer max. power	5500 kVA
LV / MV voltage	0.9 kV / 35 kV
Transformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request
<b>Protection</b>	
DC input protection	Load break switch + fuse
Inverter output protection	Circuit breaker
AC output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Weight	18000 kg
Degree of protection	IP65
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 40 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	1000 m (Standard) / > 1000 m (Optional)
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4
Grid support	L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

**Caratteristiche tecniche**

## 2.9. Container Batterie

4 Containers da 30' (9,3 m) contenenti le Batterie al *Litio-Ferro-Fosfato*( $LiFePO_4$ ) per l'accumulo dell'Energia prodotta, con capacità di **10.379 kWh** ciascuno e tempo di scarica / carica minimo di **2 h**



**Particolare Container Batterie**

Type designation	ST2752UX
<b>Battery Data</b>	
Cell type	LFP
Battery capacity (BOL)	2752 kWh
System output voltage range	1300 – 1500 V
<b>General Data</b>	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	9340*2520*1730 mm
Weight of battery unit	26,000 kg
Degree of protection	IP 55
Operating temperature range	-30 to 50 °C (> 45 °C derating)
Relative humidity	0 ~ 95 % (non-condensing)
Max. working altitude	3000 m
Cooling concept of battery chamber	Liquid cooling
Fire safety standard/Optional	Deluge sprinkler heads (standard), Fused sprinkler heads (optional), NFPA69 explosion prevention and ventilation IDLH gases (optional)
Communication interfaces	RS485, Ethernet
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4, IEC62619
<b>2 HOURS APPLICATION-ST2752UX*4-5000UD-MV</b>	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	11,008 kWh DC / 10,379 kWh AC
ST2752UX Quantity	4
PCS Model	SC5000UD-MV
<b>4 HOURS APPLICATION-ST2752UX*8-5000UD-MV</b>	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	22,016 kWh / 21,448 kWh
ST2752UX Quantity	8
PCS Model	SC5000UD-MV
<b>Grid Connection Data</b>	
Max.THd of current	< 3 % (at nominal power)
DC component	< 0.5 % (at nominal power)
Power factor	> 0.99 (at nominal power)
Adjustable power factor	1.0 leading – 1.0 lagging
Nominal grid frequency	50 / 60 Hz
Grid frequency range	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
<b>Transformer</b>	
Transformer rated power	5,000 kVA
LV/MV voltage	0.95 kV / 33 kV
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

**Caratteristiche tecniche**

## 2.10. Cavi

Gli scavi (trincee) a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terre di cavi che dovranno essere posate (da 40 a 70 cm), avranno profondità variabile in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare. Per i cavi BT la profondità di posa sarà di 0,8 m, per i cavi AT-36 kV sarà di 1,2 m.

MEDIA TENSIONE / MEDIUM VOLTAGE

**Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche**  
**Power - Ground and/or wind farm applications**

**RG7H1R EPRO-SETTE™**

**Unipolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 45 kV**

**Unipolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 45 kV**

sezione nominale	diámetro indicativo conduttore	spessore isolante	diámetro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria		posa interrata	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation flat	open air installation trefoil	underground installation flat	underground installation trefoil
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	in piano p=1 °C m/W	in piano p=2 °C m/W

**Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV**

35	7,0	8,0	34,6	1290	450
50	8,2	8,0	34,8	1390	450
70	9,9	8,0	36,6	1660	480
95	11,6	8,0	38,3	1940	500
120	13,1	8,0	39,8	2230	520
150	14,4	8,0	41,2	2520	540
185	16,1	8,0	43,4	2960	570
240	18,5	8,0	45,8	3560	600
300	21,1	8,0	48,5	4240	640
400	23,9	8,0	51,3	5120	680
500	27,1	8,0	55,3	6300	730
630	30,7	8,0	59,8	7790	790

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV**

35	211	191	187	181	146	142
50	253	229	222	214	172	166
70	316	285	272	263	210	203
95	386	347	325	314	250	242
120	445	400	370	358	283	275
150	505	452	413	400	315	306
185	580	520	467	453	355	345
240	680	614	539	525	408	398
300	775	704	606	593	457	448
400	895	815	684	671	514	506
500	1030	943	775	761	580	572
630	1170	1085	874	860	650	644

**Dati costruttivi / Construction charact. - 26/45 kV**

70	9,9	10,0	42,2	2010	550
95	11,6	10,0	44,3	2360	580
120	13,1	10,0	45,9	2660	600
150	14,4	9,0	45,1	2810	590
185	16,1	9,0	46,9	3220	620
240	18,5	9,0	49,3	3840	650
300	21,1	9,0	52,6	4590	690
400	23,9	9,0	55,1	5440	730
500	27,1	9,0	59,1	6640	780
630	30,7	9,0	63,3	8150	840

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 26/45 kV**

70	318	285	264	256	205	199
95	385	346	315	305	243	237
120	443	398	358	348	275	269
150	502	449	400	389	305	299
185	576	516	451	441	344	338
240	675	609	520	511	395	380
300	769	698	585	575	442	438
400	881	807	661	654	498	495
500	1014	933	742	739	557	558
630	1178	1069	848	836	635	630

## 2.11. Calcestruzzo e ferro

### - Calcestruzzo:

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, §11.2;

Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale (UNI EN 206:2016);

Tipologia strutturale:	Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	25/30 Kg/cm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Strutture interne di edifici non industriali con umidità bassa.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	16 mm
Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	25/30 Kg/cm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrato in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	16 mm

### ➤ **Dosatura dei materiali**

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 25/30 è orientativamente la seguente (per m<sup>3</sup> d'impasto).

sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m <sup>3</sup>

### ➤ **Qualità dei componenti**

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e

di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione. In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri). Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o super fluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

➤ **Prescrizione per inerti**

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta. Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

➤ **Prescrizione per il disarmo**

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

➤ **Provini da prelevarsi in cantiere**

n° 2 cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$f_{c28} \geq 3 \cdot f_{c \text{ adm}};$$

$$R_{ck} \geq R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

➤ **Parametri caratteristici e tensioni limite**

Tabella riassuntiva per vari Rck

Rck	fck	fcd	fctm	u.m.
-----	-----	-----	------	------

300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]
-----	-------	-------	------	-----------------------

Legenda:

$f_{ck}$  (resistenza cilindrica a compressione) =  $0.83 \cdot R_{ck}$ ;

$f_{cd}$  (resistenza di calcolo a compressione) =  $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \alpha_c$

$\alpha_{cc} = 0,85$

$\alpha_c = 1,5$

$f_{ctd}$  (resistenza di calcolo a trazione) =  $f_{ctk} / \alpha_c$ ;

$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm}$ ;

$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$  per classi  $\leq C50/60$

➤ **Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:**

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica:  $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Viscosità  $\eta = 1.70$ .

Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1

Clas se	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
------------	------------------------------	--	----------	------------	--------------	-----------------------------

X C 1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
X C 2	Bagnato, raramente asciutto	arti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo	2a	0,60	30	300
<p>*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: moderato occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; elevato alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.</p> <p>***) da parte di acque del terreno o acqua fluenti</p>						



➤ **Copriferro**

- per opere in elevato (XC1, S3) = mm.30
- per opere in fondazione (XC2,S3) = mm.40
- per opere in fondazione (XC2,S3) = mm.40

- **Acciaio per C.A.:**

(Rif. D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2)

Acciaio per C.A. B450C	
fyk tensione nominale di snervamento:	≥ 4580 kg/cm <sup>2</sup> (≥ 450 N/mm <sup>2</sup> )
ftk tensione nominale di rottura:	≥ 5500 kg/cm <sup>2</sup> (≥ 540 N/mm <sup>2</sup> )
ftd tensione di progetto a rottura:	fyk / $\gamma_s$ = fyk / 1.15 = 3980 kg/cm <sup>2</sup> (= 391 N/mm <sup>2</sup> )

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \leq 1.15$$

Diametro delle barre:  $6 \leq \varnothing \leq 40$  mm.

È ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 16$  mm.

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $6 \leq 16$  mm.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\min/\max \geq 0.6$

### **3. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

#### **3.1. Cantieri, mezzi d'opera, depositi di materiali**

##### **3.1.1. Norme generali di esecuzione**

I cantieri, i depositi dei materiali da utilizzare e i mezzi d'opera da impiegare devono rispondere alle normative vigenti in materia, soprattutto in merito alla sicurezza, e finalizzati esclusivamente all'esecuzione delle opere appaltate.

##### **3.1.2. Cantiere**

L'Appaltatore provvede all'installazione del cantiere. Su richiesta del Committente, l'Appaltatore deve consegnare al Committente stesso prima dell'allestimento le planimetrie con evidenziate le strade d'accesso, l'ubicazione delle baracche, dei prefabbricati e della loro destinazione, l'ubicazione dei mezzi e dei macchinari fissi e mobili, delle aree di deposito dei materiali da egli stesso approvvigionati, delle gru e di quant'altro necessario. Il Committente può dare in merito le proprie indicazioni a cui l'Appaltatore deve attenersi. Nelle planimetrie devono essere indicati eventuali impianti elettrici in tensione, nonché l'attraversamento di altri servizi (elettricità, acquedotti, telecomunicazioni ecc.). L'Appaltatore deve tenere a disposizione del Committente un locale per uso ufficio in una baracca o in un prefabbricato.

L'Appaltatore deve allestire il cantiere nel rispetto delle norme vigenti e garantendo il minimo disturbo alle aree limitrofe.

L'Appaltatore deve curare la tenuta del cantiere con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente ordinati; i macchinari tenuti in efficienza ed in sicurezza, le baracche ben individuabili per destinazione d'uso. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere per tutta la durata dei lavori.

L'Appaltatore non deve in alcun caso introdurre, depositare o accantonare materiali, attrezzature e quant'altro di estraneo nei cantieri.

##### **3.1.3. Vie d'accesso**

Se per l'accesso al cantiere si renda necessario la realizzazione di vie d'accesso, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, richiedendo le necessarie autorizzazioni alle competenti autorità e previo accordi scritti con i proprietari dei terreni interessati. Al termine dei lavori i terreni interessati dalle vie d'accesso devono essere di norma riportati allo stato precedente dell'opera, salvo diversa autorizzazione rilasciata dalle competenti autorità, dalla quale risulti che il Committente sia sollevato da qualsiasi responsabilità e da ogni onere di manutenzione, e con l'accordo scritto dei proprietari dei terreni interessati.

#### **3.1.4. Ponteggi e opere provvisionali**

Qualora si renda necessario utilizzare ponteggi e/o opere provvisionali, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, eseguendo o facendo eseguire (nei casi in cui ciò sia prescritto dalle Leggi vigenti) la preventiva progettazione a professionisti abilitati iscritti ad albo professionale, curando la loro installazione e lo smontaggio a fine lavori. Gli elementi costituenti i ponteggi devono essere accatastati in cantiere in modo ordinato e in sicurezza

#### **3.1.5. Macchinari e mezzi d'opera**

Tutti i macchinari ed i mezzi d'opera necessari all'esecuzione dei lavori devono essere tenuti in piena efficienza ed utilizzati dall'Appaltatore a norma di Legge. L'Appaltatore deve impiegare i mezzi per la movimentazione ed il trasporto di materiali e/o del personale a pie' d'opera con la dovuta diligenza e cautela, in relazione all'ubicazione ed all'accessibilità delle aree in cui deve eseguire i lavori.

#### **3.1.6. Custodia**

La custodia del cantiere e di quanto in esso contenuto, nonché di tutti i materiali e dei mezzi d'opera, è affidata all'Appaltatore.

#### **3.1.7. Sgombero**

Lo sgombero dei cantieri deve essere curato dall'Appaltatore con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente rimossi e trasportati in sicurezza, le baracche smontate con ordine e cura. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere dopo lo sgombero. Le aree esterne eventualmente modificate per l'inserimento dei cantieri devono di norma essere riportate allo stato precedente l'opera.

### **3.2. Tracciamenti**

L'Appaltatore è integralmente responsabile dei tracciamenti che deve eseguire sul terreno per l'esecuzione delle opere appaltate. I tracciamenti devono rispettare dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto. L'Appaltatore è altresì responsabile della tenuta e dell'identificazione dei tracciamenti nonché della loro completa cancellazione al termine di ciascuna lavorazione.

### **3.3. Scavi e sbancamenti**

#### **3.3.1. Norme generali di esecuzione**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 14/01/2008, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Il Progetto contiene i dettagli relativi agli scavi (misure utili, posizione, tipologia, natura del terreno, presenza d'acqua ecc.) in base alle previsioni del Committente. Qualora in corso d'opera si manifestino situazioni non previste in Progetto, l'Appaltatore deve darne tempestiva comunicazione al Committente, che si riserva di rilevarne l'entità in contraddittorio con l'Appaltatore.

La profilatura delle sezioni di scavo deve avvenire su terreno originario, quindi per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi devono essere di norma eseguiti con mezzi meccanici; solo in casi esplicitamente prescritti e/o autorizzati dal Committente, possono essere eseguiti a mano (per esempio in prossimità di impianti, apparati o cavi anche fuori servizio che potrebbero essere facilmente danneggiati). L'eventuale esecuzione manuale degli scavi, necessaria ove è impossibile l'accesso di mezzi meccanici per impedimenti di natura fisica dei luoghi, per imprevisti, per rischi di elettrocuzione ecc., deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.

L'Appaltatore deve predisporre ogni accorgimento ed impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare deve eseguire, con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti, le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti.

Ove possibile e previa autorizzazione del Committente, ovvero quando ciò sia necessario in relazione alla natura del lavoro, può essere consentito all'Appaltatore di sostituire le suddette opere di sostegno con la maggiore inclinazione delle pareti purché l'Appaltatore stesso fornisca al Committente idonea relazione di Geotecnico abilitato ed iscritto ad Albo Professionale.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

L'Appaltatore deve adottare ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie smottate ed al ripristino delle sezioni di scavo prescritte dal Committente.

L'Appaltatore può essere tenuto ad effettuare, senza variazioni delle condizioni contrattuali, l'esecuzione di tutti gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutt'altezza. Nel caso in cui le condizioni del lavoro lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare le operazioni di scavo e quelle murarie. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato.

Qualora sia necessario variare forma e/o dimensioni degli scavi previsti nel Progetto, l'Appaltatore deve preventivamente informarne il Committente e ottenerne la specifica autorizzazione.

L'Appaltatore deve trasportare a discarica i materiali provenienti dagli scavi che ha eseguito; può eventualmente riutilizzarli, a compensazione, per rinterri e riporti secondo quanto previsto dal "PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO". In nessun caso può accantonare (nemmeno temporaneamente) i materiali provenienti da scavi ingombrando in modo totale o parziale fossati, corsi d'acqua di qualsiasi specie, transiti ed accessi ecc.

### **3.3.2. Tipologie di scavo**

- Scavo di sbancamento

Si definisce scavo di sbancamento quello da eseguire per avere ampie aree al di sotto del piano di campagna originario, accessibili almeno da un lato con automezzo, con formazione di eventuale rampa d'accesso.

- Scavo a sezione obbligata

Si definisce scavo a sezione obbligata quello da eseguire per dar luogo a muri, pilastri, vasche, plinti per supporti apparecchiature, fosse e cunette, destinato alla posa di cavi elettrici, tubazioni o condutture ed ubicato al di sotto del piano di campagna o del fondo di uno scavo di sbancamento. L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, a contenere le pareti dello scavo mediante adeguate opere di sostegno e sbadacchiature.

- Trivellazione Orizzontale Guidata (*Horizontal Directional Drilling*)

È una tecnologia che consente la posa di tubazioni in polietilene o acciaio, destinate alla posa dei cavi elettrici. La posa avviene mediante una trivellazione, guidata elettronicamente dal punto di ingresso a quello di arrivo, e che permette di evitare scavi a cielo aperto.

La posa potrà essere effettuata a secco oppure ad umido (con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite), con le seguenti fasi di lavorazione:

- realizzazione di un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; tali aste sono guidate alla quota e nella direzione voluta;

- allargamento del diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti, mediante utilizzo di un opportuno alesatore montato sulla testa di perforazione;
- ripristino finale dei punti di ingresso e di uscita.

Il DirectionalDrilling è dotato di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzione mento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

### **3.3.3. Presenza di trovanti**

Si definiscono "trovanti" elementi lapidei incontrati nel corso di qualsivoglia scavo di dimensioni e pesi tali da non consentire la prosecuzione dello scavo con la benna dell'escavatore. Essi possono essere naturali (massi, scogli, frammenti rocciosi ecc.) o artificiali (fondazioni in cls o muratura interrate, tratti asfaltati e eventuali altre strutture ecc.). Per la prosecuzione dello scavo, i trovanti devono essere ridotti in macroframmenti di dimensioni trasportabili.

Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza di trovanti non prevista in Progetto, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuare la misurazione in contraddittorio.

### **3.3.4. Presenza d'acqua**

L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie per l'aggettamento e l'allontanamento delle acque, di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione di essi che durante la costruzione delle opere previste entro di essi.

Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza d'acqua non prevista in Progetto e non dovuta a drenaggio di acque superficiali o meteoriche, ma causata dalla natura permeabile dei terreni e dalla presenza di falda, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuare la verifica in contraddittorio. Verificata l'imprevista presenza d'acqua, il Committente può disporre, anche su proposta dell'Appaltatore, modifiche al Progetto.

L'adozione di onerosi sistemi di aggettamento eventualmente conseguente all'imprevista presenza d'acqua è convenzionalmente classificata come segue:

- attrezzature speciali tipo "Wellpoint" o similari per deprimere la falda al di sotto della quota di fondo dello scavo per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo;
- pompe in funzionamento continuo per mantenere lo scavo asciutto per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo.

### **3.4. Calcestruzzi**

#### **3.4.1. Norme generali di esecuzione**

Tutti i calcestruzzi prodotti e/o comunque impiegati dall'Appaltatore devono:

- corrispondere alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nel testo legislativo in vigore;
- possedere tutti i requisiti prescritti nei documenti contrattuali e/o comunque necessari per essere idonei a realizzare le opere oggetto dell'appalto;
- essere gettati in opera con ogni accortezza, in modo omogeneo, ben dosato e ben vibrato, per rendere l'opera idonea allo scopo a cui è destinata.

Con l'esecuzione di essi, l'Appaltatore deve eseguire i provini ("cubetti") per le prove di compressione da tenersi presso Laboratori Ufficiali atte a stabilire la qualità dei getti come stabilito dalle Norme di Legge e dalle prescrizioni UNI in merito. Inoltre, su richiesta del Committente, l'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, a prelevare i campioni di calcestruzzo nel corso del getto, nei momenti indicati dal Committente, e a provvedere alla confezione dei provini. Per i prelievi del calcestruzzo, la preparazione e la conservazione dei provini l'Appaltatore è tenuto a osservare anche le norme UNI in merito.

Oltre i controlli di cui sopra, il Committente si riserva il diritto di effettuare prove non distruttive.

Qualora le resistenze caratteristiche ottenute con i procedimenti sopra indicati non corrispondessero a quelle richieste, l'Appaltatore può proporre al Committente l'esecuzione, a propria cura e spese, di controlli teorici e/o sperimentali della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non avente le caratteristiche richieste, sulla base della resistenza del conglomerato ovvero con prelievo di provini di calcestruzzo maturato ("carotaggi").

Il Committente si riserva il diritto di chiedere all'Appaltatore un'indagine statistica su tutte le opere interessate, con prelievo di campioni ed altri mezzi ritenuti idonei, al fine di controllare la riuscita dei manufatti. Se queste indagini dovessero dare risultati sfavorevoli, l'Appaltatore deve provvedere al rifacimento di tutte le opere contestate.

#### **3.4.2. Componenti normali dei calcestruzzi**

Tutti i componenti che concorrono alla formazione dei calcestruzzi (acqua, leganti, inerti, eventuali additivi ecc.) devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "*Materiali*". I componenti devono essere conservati e maneggiati correttamente in modo da trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione; devono inoltre essere dosati in modo da rispondere al criterio del migliore rapporto acqua/cemento al fine di ottenere calcestruzzi che:

- all'atto della posa siano lavorabili in ogni punto (specialmente attorno alle armature), e compattabili, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- forniscano alle scadenze prescritte un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le resistenze caratteristiche richieste.

### **3.4.3. Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi**

Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non possono essere in nessun caso impiegate senza la preventiva approvazione del Committente. Qualora l'aggiunta degli additivi, richiesta dall'Appaltatore, venga approvata dal Committente, questi vengono forniti dall'Appaltatore a propria cura e spese.

A meno che per particolari esigenze del Committente i documenti contrattuali del presente appalto non ne indichino specificatamente l'utilizzo, l'Appaltatore può proporre l'utilizzo di componenti e/o dosaggi speciali o particolari differenti da quelli di normale utilizzo. In tali casi l'Appaltatore deve accompagnare le proprie proposte con certificati di prova rilasciati da Istituti Ufficiali attestanti che, con gli inerti e le composizioni proposte, i calcestruzzi rispondano alle qualità necessarie per la realizzazione delle opere appaltate.

In ogni caso l'approvazione da parte del Committente non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalla responsabilità integrale dell'ottenimento delle prescritte qualità del calcestruzzo; in qualunque momento una di esse cessi dall'essere ottenuta, il Committente può ritirare la propria approvazione e prescrivere che l'Appaltatore apporti, a tutte sue spese, le necessarie correzioni, ivi compreso l'aumento del dosaggio in cemento.

### **3.4.4. Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi**

L'Appaltatore si può approvvigionare di calcestruzzo già confezionato presso impianti di produzione industriale purché la confezione e il trasporto avvengano rispettando le norme in materia e le prescrizioni UNI in merito, senza dar luogo a segregazione degli elementi o ad inizio della presa prima della posa in opera.

Sono a totale carico dell'Appaltatore tutti i provvedimenti atti ad assicurare che la temperatura del calcestruzzo all'uscita delle betoniere e all'atto della posa in opera si mantenga fra 7° C e 30° C.

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

### **3.4.5. Getti**

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza e classe di consistenza.

### **Modalità di esecuzione**

Prima dell'esecuzione del getto, saranno disposte le casseforme e le armature di progetto, secondo le modalità disposte dagli articoli ad esse relativi.

In fase di montaggio delle armature e dei casseri vengono predisposti i distanziali, appositi elementi che allontanano le armature dalle pareti delle casseforme tenendole in posizione durante il getto e garantendo la corretta esecuzione del copriferro.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm.

Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad  $1/3$  del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a  $1/3$  del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibrator, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un

tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche anti dilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

Se si adopera calcestruzzo autocompattante, esso deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

### **Getti in climi freddi**

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.). Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione (mmq)			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante

l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

### **Getti in climi caldi**

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi, il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

## **Stagionatura**

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0$  °C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
  - durante la messa in opera:
    - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
    - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
    - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
    - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70 °C;

- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20 °C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento alla norma UNI EN 206.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

### **3.5. Casseforme**

Le casseforme devono avere le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi e conformi al tipo eventualmente specificato nel progetto. Le casseforme ed i relativi sostegni devono avere dimensioni e rigidezza sufficienti per resistere, senza deformazioni apprezzabili, al peso che devono sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo. Nell'ancoraggio delle casseforme si deve tenere conto della spinta esercitata dal calcestruzzo fresco, in modo che i paramenti non presentino deformazioni e rigonfiamenti dovuti a cedimenti delle casseforme stesse.

Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi devono essere tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori devono essere colmati al disarmo con una pastiglia di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante. E' vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua.

La superficie dei casseri deve essere ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.

Sono da curare in modo particolare i giunti fra i singoli elementi, per evitare la fuoriuscita della malta. Il Committente ha facoltà di ordinare casseri per paramenti a vista atti a fornire una superficie del getto perfettamente liscia, tale da non presentare una scabrezza superiore a quella di un normale intonaco civile e priva di tracce di liquidi disarmanti o simili.

Il disarmo dei getti deve essere eseguito nel rispetto delle norme di legge e delle prescrizioni del Committente.

Dopo il disarmo l'Appaltatore deve curare l'asportazione di tutte le sbavature; i rappezzi sono tollerati solo in casi eccezionali e sono eseguiti secondo le prescrizioni fornite a tale scopo dal Committente. Ove fosse previsto l'uso dell'intonaco, la superficie dei getti deve essere ravvivata subito dopo il disarmo e l'applicazione dell'intonaco deve seguire al più presto.

### **3.6. Armature per calcestruzzi**

Si premette che le seguenti norme di esecuzione riguardano tutte le armature per calcestruzzi impiegate nelle opere oggetto dell'appalto, compresi gli eventuali diaframmi e pali gettati in opera.

I tondi d'acciaio delle armature per i calcestruzzi devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "Materiali" del presente documento.

Devono essere utilizzate esclusivamente barre nervate, non essendo ammesso l'uso di barre lisce. I tondi d'acciaio devono essere puliti e senza traccia alcuna di ruggine non bene aderente, di pittura, di grasso, di cemento o di terra.

Il calcestruzzo deve essere gettato in modo da avvolgerne tutta la superficie con adeguato spessore. Le armature devono corrispondere ai disegni costruttivi per forma, dimensioni e qualità dell'acciaio. Le piegature devono essere effettuate a freddo, a meno di specifica autorizzazione del Committente che sancisca le modalità di piegature a caldo.

### **3.7. Fondazioni**

Il Progetto definisce tipo, posizione ed orientamento delle fondazioni previste; eventuali varianti possono essere prescritte dal Committente e/o autorizzate dal Committente su motivata proposta dell'Appaltatore qualora ciò sia necessario, in relazione alla natura del terreno effettivamente riscontrato in sito.

Le pareti laterali delle fondazioni, anche nei punti più bassi, devono essere casserate in modo che nessuna di esse, durante il getto, venga a trovarsi a diretto contatto con il terreno laterale.

Fanno eccezione a questa norma le fondazioni parzialmente o totalmente in roccia costruite su progetto apposito, nelle quali il getto deve essere eseguito, parzialmente o totalmente contro roccia. In casi particolari può essere necessario eseguire sottofondi, normalmente costituiti da sabbia, ghiaione o conglomerato magro. Tali sottofondi devono essere sempre preventivamente autorizzati, caso per caso, dal Committente.

Le fondazioni devono essere realizzate in scavi il cui fondo risulti essere composto da terreno compatto, completamente drenato e ripulito dalla melma. Qualunque imperfezione del piano deve essere corretta con getto di calcestruzzo magro su eventuale massiciata di costipamento la cui esecuzione è a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora le imperfezioni del fondo non possano essere altrimenti eliminate, il Committente può autorizzare un getto di sottofondazione purché risulti inalterata la quota di imposta della fondazione.

Non è consentito, salvo casi eccezionali autorizzati dal Committente, eseguire getti di fondazione prima che sia stata completamente eliminata l'eventuale acqua presente nello scavo.

L'Appaltatore deve usare mezzi idonei a mantenere drenato lo scavo per tutta la durata delle operazioni di getto, ivi comprese le eventuali interruzioni e le successive operazioni di ripresa, e per almeno 8 (otto) ore dal completamento di ciascuna fondazione.

I getti devono essere fatti a regola d'arte ed è obbligatorio vibrare il calcestruzzo.

In ogni caso le membrature metalliche emergenti dalle fondazioni devono essere perfettamente pulite da ogni incrostazione.

### **3.8. Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi tipo devono essere eseguite da personale specializzato, ponendo particolare cura ai contorni ed in vicinanza di tubazioni o canne passanti.

La superficie di posa deve essere convenientemente preparata in relazione alla natura dell'impermeabilizzazione e si devono adottare tutti gli accorgimenti necessari per ottenere la perfetta adesione dell'impermeabilizzazione alle superfici di supporto.

L'esecuzione deve garantire l'impermeabilizzazione efficace e duratura delle superfici ricoperte con particolare attenzione in corrispondenza dei giunti, delle superfici verticali, delle superfici inclinate e pendenti e nei raccordi tra diverse pendenze, nonché in corrispondenza di punti singolari.

Per impermeabilizzazioni di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore.

### **3.9. Murature**

I materiali laterizi impiegati nelle murature devono rispondere alle caratteristiche di accettazione di cui alla parte Materiali. Essi, prima del loro impiego, devono essere bagnati a saturazione per immersione. Devono essere posti in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna sopra un abbondante strato di malta contro il quale devono essere premuti in modo che la malta stessa rifluisca all'intorno e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure deve essere compresa fra i 5 e i 10 mm.

Le murature di spessore minore o uguale a 13 cm devono essere eseguite con laterizi scelti, escludendo quelli incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Le pareti devono essere eseguite a corsi orizzontali e le due facce devono risultare perfettamente regolari, verticali e ben serrate contro le strutture superiori.

L'Appaltatore deve provvedere alla formazione di opportune piattabande in corrispondenza delle aperture, anche quando vengono preventivamente collocati i controtelai dei serramenti.

Gli spigoli e gli angoli di tutte le murature in laterizio devono essere a piombo con una tolleranza massima di 5 mm in rientranza o in sporgenza.

Tutte le murature devono essere convenientemente ammortate e serrate contro le strutture adiacenti.

La malta da impiegarsi nella formazione di tutte le murature, deve essere composta di norma con 500 kg di cemento Portland R 325 per m<sup>3</sup> di sabbia. La malta deve essere passata al setaccio per evitare che le connessure tra i mattoni risultino superiori ai limiti fissati.

Il Committente si riserva la facoltà di prescrivere, nel caso particolare di murature che possano venire a contatto con le acque di falda o di canale, l'uso di malta di cemento ferrico-pozzolanicò e ciò senza aumento dei prezzi contrattuali delle murature.

Le opere in corso di esecuzione devono essere protette dagli effetti nocivi del gelo, delle intemperie e della troppo rapida essiccazione.

### **3.10. Vespai**

I vespai devono essere formati con pietrame di qualità idonea alla corretta esecuzione del Progetto e di pezzatura superiore a 150 ÷ 200 mm.

L'Appaltatore deve utilizzare preferenzialmente ciottolame di forma tondeggiante, oppure quello proveniente da impianti di frantumazione avendo cura di lavarne bene le superfici. Il pietrame viene posto in opera a mano sia per la formazione di opere in piano, che per la formazione di drenaggi a tergo delle murature in elevazione o di sostegno.

Nel caso di vespai in piano, per evitare qualsiasi cedimento, il terreno d'appoggio deve essere spianato e ben costipato con mezzi meccanici e, se prescritto nel Progetto, su di esso deve essere steso uno strato di sabbia di 10 cm di spessore, considerato a tutti gli effetti facente parte del vespaio.

I vespai a tergo di muri in elevazione o di sostegno devono essere dotati di idonei drenaggi.

### **3.11. Sottofondi**

I sottofondi costituiti da materiali provenienti da cava devono essere posti in opera a strati successivi di spessore proporzionato alla natura del materiale ed ai mezzi di costipamento usati. Sottofondi isolanti speciali devono essere posti in opera secondo le indicazioni delle ditte fornitrici dei materiali e con l'impiego di manodopera specializzata. I piani destinati alla posa di pavimenti devono essere spianati mediante sottofondi di malta di cemento in modo che la superficie di posa risulti perfettamente piana e parallela a quella del pavimento da eseguire.

### **3.12. Impianti e ausiliari**

#### **3.12.1. Rete e impianto di messa a terra**

L'intero complesso necessario per la messa a terra di tutte le apparecchiature facenti parte di un impianto primario, può essere così suddiviso:

- a) Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")
- b) Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")

Il Progetto descrive il complesso di messa a terra in base alle condizioni di calcolo previste, prescrivendo le caratteristiche della maglia, degli eventuali dispersori ausiliari, dei collegamenti di messa a terra, le sezioni, le dimensioni e la tipologia.

Tutte le prescrizioni ed i riferimenti contenuti nel presente documento ed in tutti i documenti relativi all'appalto, inerenti i collegamenti di terra, si intendono validi anche per i collegamenti di protezione ed i collegamenti equipotenziali.

L'Appaltatore è tenuto alla fornitura di tutti i materiali necessari (ad eccezione dei soli materiali eventualmente fornitigli dal Committente), ivi compresi quelli per l'esecuzione delle giunzioni,

derivazioni, attestazioni con capicorda e collegamenti flessibili; alla fornitura e posa in opera di eventuali graffette di fissaggio e della bulloneria necessaria in acciaio inox; alla sagomatura, al taglio di lunghezza idonea, alla pulitura delle estremità della corda di rame; all'applicazione dei capicorda; all'esecuzione di eventuali forature ed operazioni di saldatura, curando il ripristino della zincatura e quanto altro occorra a dare il collegamento finito.

A lavori finiti, i vari collegamenti devono assicurare un'efficiente e duratura continuità elettrica e meccanica e risultare nel loro complesso ben ordinati ed accuratamente sagomati.

Gli attrezzi per l'installazione dei morsetti a compressione sia di giunzione che di terminazione devono essere di tipo idraulico o meccanico, adatti alla sezione dei conduttori interessati, e corredati di idonee matrici.

Il martello pneumatico usato dall'Appaltatore per l'infissione degli eventuali picchetti deve essere dotato d'apposito battitore con testa a bicchiere adatta alle aste da infiggere.

La maglia di terra prevista nel Progetto può essere ampliata prolungando i lati di magliatura per un'estensione variabile in relazione alla resistività del terreno ed alla corrente da disperdere.

L'Appaltatore deve eseguire i lavori in tempi e modalità tali da prevenire la possibilità di furti dei materiali.

### **3.12.2. Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")**

La rete orizzontale di terra ("maglia di terra") è di norma del tipo a maglia quadra, realizzata in corda rame (Cu) di sezione non inferiore a 63 mm<sup>2</sup>, i cui lati di maglia sono fra loro connessi in corrispondenza degli incroci adottando idonei giunti a morsetto del tipo bifilari a compressione. Se richiesto dal Committente, la maglia di terra può essere realizzata in più fasi successive.

La maglia di terra deve essere realizzata interrata, a profondità di circa 0,5 ÷ 1,00 m, secondo le disposizioni impartite dal Committente, in un "bauletto" di terreno vegetale di sezione cm 40 x 40 appositamente realizzato.

I collegamenti ai picchetti di profondità devono essere eseguiti per mezzo di morsetti di dimensioni adeguate per assicurare una resistenza meccanica e termica equivalente a quella degli stessi picchetti.

### **3.12.3. Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")**

L'Appaltatore deve effettuare i collegamenti di terra delle apparecchiature e delle strutture metalliche secondo le indicazioni ed i dettagli esecutivi riportati nel Progetto. Dopo aver realizzato la "maglia di terra", l'Appaltatore deve predisporre i collegamenti equipotenziali di essa alle varie apparecchiature con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori AT con conduttore isolato di

rame di sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori MT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>. Altri collegamenti alla maglia di terra devono essere realizzati con cavo unipolare flessibile in rame (tipo NO7V-K o diverso se prescritto dal Progetto) di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, opportunamente attestato tramite elementi di connessione a compressione, ovvero con connessioni flessibili in rame stagnato di pari sezione.

I collegamenti sono connessi da una estremità alla maglia di terra, con morsetti bifilari a compressione, e dall'altra sono connessi alle apparecchiature dopo l'installazione di esse, secondo le modalità di cui alla parte "CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA".

A tale scopo, fino alla realizzazione delle connessioni con le apparecchiature, i collegamenti devono restare emergenti in superficie o interrati a 20-30 cm dalle apparecchiature stesse. Essi devono essere portati in superficie nei punti richiesti, senza deformazioni, eventualmente con adeguati supporti, e avere lunghezza sufficiente a raggiungere i punti di connessione previsti; i percorsi devono essere il più possibile rettilinei e senza deformazioni.

#### **3.12.4. Impianto di terra Impianto fotovoltaico**

In corrispondenza delle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, dovrà essere posato un dispersore orizzontale di terra costituito da una corda nuda di rame (tipicamente della sezione di 50 mmq) che sarà collegata a mezzo di morsetti e con legature con filo di ferro, all'armatura in acciaio del palo della struttura. La corda di rame si collegherà poi mediante appositi morsetti, alla corda di rame posata nelle trincee dei cavidotti BT, che a loro volta andranno a collegarsi all'anello di corda di rame posato intorno alle Cabine di Campo e alla Cabina di Smistamento, collegate a loro volta ad un anello di corda nuda di rame posato all'interno di una trincea al di sotto della viabilità perimetrale del Campo Fotovoltaico.

#### **3.12.5. Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici**

I manufatti destinati al passaggio di condutture elettriche possono essere costituiti da elementi realizzati in opera e/o prefabbricati. Essi devono essere conformi al Progetto e rispettare, per il loro particolare uso, tutte le prescrizioni di Legge vigenti in materia, le norme CEI.

#### **3.12.6. Impianti elettrici civili**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione degli impianti elettrici civili (illuminazione e forza motrice interna ed esterna dell'edificio e dell'area).

Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento.

Gli impianti elettrici civili devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali.

Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento illuminotecnico di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

I cavi devono essere forniti ed installati secondo le prescrizioni di cui alla parte "Collegamenti Elettrici" del presente documento.

Gli impianti elettrici civili devono comunque rispondere pienamente alle norme CEI che si intendono come qui trascritte integralmente ed integralmente accettate dall'Appaltatore.

### **3.12.7. Impianto di illuminazione esterna**

Per impianto di illuminazione esterna si intende il complesso dei corpi illuminanti previsti dal Progetto da realizzare al di fuori dell'edificio, e che possono essere costituiti da proiettori montati su sostegni di varia altezza (ivi comprese le "torri faro") o fissati su superfici esposte all'esterno di muri e pareti. L'accensione e lo spegnimento dei corpi illuminanti è comandato da apposito quadro elettrico (posto di norma all'interno dell'edificio), eventualmente predisposto per l'illuminazione a settori e dotato di timer o fotocellula per l'automatizzazione del funzionamento.

Di norma il posizionamento, l'interasse e l'altezza dei proiettori sono elementi vincolanti, in base ai quali la potenza dei corpi illuminanti deve essere dimensionata in modo da garantire la corretta illuminazione (in base all'utilizzo e alle eventuali prescrizioni di Legge) delle aree illuminate.

I sostegni possono essere di acciaio zincato o verniciato o d'altro metallo e/o leghe (le basi dei sostegni metallici, da infiggere nel basamento, devono essere protette dalla corrosione con manicotti termo-restringente o con idonee protezioni), oppure in resina o altro materiale plastico idoneo alle sistemazioni in esterno; ciascun sostegno deve avere alla base una morsettiera dove si attestano i cavi di alimentazione.

A lavori ultimati si deve provvedere ad un controllo notturno, alla presenza del Committente, per la verifica dei livelli luminosi e per l'eventuale orientamento dei proiettori, al fine di ottenere le migliori condizioni d'illuminamento.

### **3.12.8. Impianti speciali**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione di impianti vari e speciali.

Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento.

Gli impianti vari e speciali devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali.

Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento e la specificazione puntuale di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

Gli impianti vari e speciali devono comunque rispondere pienamente alle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi.

In particolare, i tracciati si devono sviluppare secondo i disegni di dettaglio o le prescrizioni del Committente, in base agli elementi che stabiliscono le ubicazioni dei centri luminosi con relativi dispositivi di comando, apparecchi di riscaldamento, rubinetti ecc. Ogni parte elettrica, servomeccanismo, telecomando, ecc. deve rispondere alle norme CEI, che s'intendono integralmente trascritte ed accettate dall'Appaltatore.

I punti di rilevazione, ovunque siano posti (negli ambienti, sulle porte, sulle finestre, sui cancelletti di ingresso ecc.) si ottengono con apparecchiature elettroniche applicate su supporti adeguati, inossidabili e non causanti interferenze con altri impianti. Tutte le derivazioni avvengono all'interno di cassette stagne (di norma con grado di protezione IP56, in plastica termoindurente ed autoestinguente). Tutti gli impianti sono di norma alimentati, collegati e cablati con cavi e conduttori protetti da tubi PVC serie pesante di colore grigio, posato con staffe o fascette di materiale anti-ossidante, oppure in scavi di minima entità.

Tutte le viterie, gli alloggiamenti, le chiesuole, le copertine, i tettucci e quant'altro deve essere realizzato con materiale adeguato, di norma non ossidante e che non si alteri nel tempo.

### **Impianti termici, climatici, di areazione, di ventilazione**

Gli impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione ecc. comprendono tutto quanto necessario per la regolazione termica e ambientale dei locali in cui devono essere realizzati. Essi devono rispondere alle normative vigenti e l'Appaltatore deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di riscaldamento, condizionamento, raffreddamento, climatizzazione, ricambio aria ecc. nei punti previsti e nel rispetto delle normative vigenti in merito.

### **Impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antimurino, antintrusione e allarme**

Gli impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antimurino, antintrusione e allarme devono essere ciascuno indipendente da tutti gli altri e comprendono tutto quanto necessario per il loro corretto funzionamento. In particolare gli impianti antintrusione e allarme devono essere indipendenti dagli altri e possedere adeguati gruppi di continuità e batterie ricaricabili.

### **Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza**

Gli impianti di segnalazione e spegnimento incendi comprendono tutto quanto necessario per la rilevazione, segnalazione e spegnimento degli incendi secondo le normative vigenti. L'Appaltatore deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di rilevazione fumi, segnalazione incendi, spegnimento nonché tutti gli estintori, i naspi, gli idranti e quant'altro, fissati all'edificio in appositi alloggiamenti e con appositi sostegni e supporti.

Nei locali dove deve essere installato un impianto di spegnimento a gas inerti si devono realizzare anche gli impianti di "lavaggio" e ricambio aria, con tutte le segnalazioni esterne ed interne prescritte dalle normative in materia.

L'Appaltatore deve inoltre fornire e sistemare in opera, nei punti necessari, cartelli monitori per la segnaletica di sicurezza e le targhe indicatrici realizzati nel rispetto del Progetto, delle prescrizioni del Committente e di tutte le altre norme e prescrizioni in queste richiamate e secondo le indicazioni impartite dal Committente. La posa deve avvenire mediante tasselli ad espansione, viti, rivetti o nastri d'acciaio inox; in alcuni casi é necessario applicare dei supporti in alluminio o realizzare segnaletiche luminose con incorporato apparecchio illuminante.

### **3.13. Strade marciapiedi e piazzali**

L'andamento e la sagomatura del piano stradale di strade, marciapiedi e piazzali da asfaltare e rendere carrabili o pedonali sono descritti nel Progetto. Le caratteristiche tecniche e di accettazione dei materiali devono rispondere a quanto prescritto nella parte "*Materiali*" del presente documento nonché a documenti tecnici specifici (per esempio CNR – "Commissione di studio per i materiali stradali", fascicoli 2/1951, 3/1958, 4/1953, 7/1957, 19/1970, 24/1971).

L'Appaltatore deve procedere alla predisposizione, al livellamento ed alla compattazione del terreno e/o del riporto (di norma di spessore non inferiore a 20 ÷ 25 cm dopo la compattazione) nonché alla scarnifica di eventuali sedi stradali preesistenti (per una profondità media di norma non inferiore a 20 ÷ 25 cm) eseguita prevalentemente a macchina.

Quindi l'Appaltatore deve eseguire i tracciati in base al Progetto e deve realizzare la fondazione stradale con materiale misto stabilizzato (per esempio "tipo A CNR-UNI 10006") per lo spessore medio indicato dal progetto. La stesa avviene in strati successivi di spessore massimo 20 cm in soffice, e superficie conforme alla sagoma prevista per l'opera finita. La costipazione del materiale

avviene mediante rullo compressore di 16 ÷ 18 t, previa inaffiatura, compattato fino a raggiungere adeguata densità (per esempio non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHTO modificata, oppure fino ad ottenere un valore del modulo di deformazione, ricavato da prova di carico su piastra secondo CNR 9/67, non inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>).

### **3.13.1. Pavimentazioni in asfalto**

L'Appaltatore deve eseguire ogni altra lavorazione per rendere la superficie idonea a ricevere la bitumatura mediante apposito lavaggio e pulizia della superficie già compattata.

Se previsto dal Progetto, tra la massicciata e gli strati bituminosi superiori l'Appaltatore deve inserire su tutta la superficie un "nastro antivegetativo geotessile" in fibra poliestere non tessuto di peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

Deve procedere alla realizzazione dello strato portante (tout-venant bituminoso), con spandimento e sagomatura mediante macchina rifinitrice, di conglomerato bituminoso formato con idonei inerti e bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 4% riferita al peso degli aggreganti) e comunque deve raggiungere i previsti valori di stabilità e compattezza. La posa in opera è completata da rullatura con compressore da eseguirsi partendo dai bordi verso il centro.

Deve eseguire infine il tappeto di usura in conglomerato bituminoso con idonei inerti e con bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 5,5% in peso), disteso previo attacco allo strato sottostante con Kg. 0,500 di emulsione bituminosa a caldo al 55% per ogni m<sup>2</sup>., mediante vibrofinitrice, rullato e ricoperto di polvere di marmo o di roccia asfaltica, compresa cilindratura, da realizzarsi possibilmente in tutte le direzioni e sistemazione dei bordi. Le ondulazioni o irregolarità misurate con asta di 4 m devono essere contenute in 6mm.

Gli strati di conglomerato bituminoso devono garantire un'elevata resistenza all'usura superficiale, una sufficiente ruvidezza, e una elevata compattezza e impermeabilità totale.

Gli asfalti non possono essere eseguiti in caso di bagnato o temperature inferiori a 5°C. Per temperature tra i 5 e 10°C devono essere convenientemente elevate le temperature dei conglomerati.

Durante la preparazione, il bitume impiegato nella miscela deve essere scaldato alla giusta temperatura onde consentire l'uniforme distribuzione in tutto l'impasto (con temperatura alla quale il bitume mantenga una viscosità di 75 ÷ 150). Il bitume non deve mai essere immagazzinato ad una temperatura superiore a 175°C e non deve essere scaldato oltre tale temperatura nel corso delle operazioni cui è sottoposto nell'impianto.

Al termine delle operazioni, si deve eseguire la rullatura e la finitura. Eventuali operazioni a mano possono essere effettuate solo per la formazione di marciapiedi asfaltati.

Particolare attenzione deve essere posta dall'Appaltatore per la fornitura e posa in opera degli elementi di delimitazione (cigli, in materiali lapidei o in conglomerati prefabbricati ecc.), di raccolta e smaltimento acque (caditoie, griglie, chiusini ecc.), di pozzetti per servizi vari con relative coperture, nonché nell'esecuzione di lavori stradali intorno ad essi.

### **3.13.2. Pavimentazioni in altri materiali**

Se previsto dai documenti contrattuali, strade, marciapiedi e piazzali possono essere realizzati con pavimentazioni particolari (piastrelle bitumate e non, pezzami di porfido o di altro materiale lapideo, cubetti di porfido o basalto "sanpietrini" con o senza inserti in materiale lapideo chiaro per realizzazione disegni geometrici o ornamentali) per la realizzazione delle quali l'Appaltatore deve far riferimento alle prescrizioni del fornitore o alle norme d'esecuzione "a mano" della tradizione.

<b>Massimo contenuto di elementi chimici in %</b>			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	Ceq	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del Ceq venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le seguenti tolleranze:

Diametro nominale	$5 \leq F \leq 8$	$8 < F \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

## **4. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE**

### **4.1. Controlli in corso d'opera**

#### **4.1.1. Norme generali di esecuzione**

I lavori eseguiti dall'Appaltatore possono essere in qualsiasi momento sottoposti dal Committente a prove e controlli in corso d'opera, di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

Le opere appaltate possono essere sottoposte a tutte le prove che il Committente intende eseguire a proprio insindacabile giudizio.

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dal Committente e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

L'Appaltatore deve effettuare propri controlli in corso d'opera al fine di assicurare la qualità richiesta dal Committente, attivando una struttura con relative procedure di controllo interno della qualità (Sistema Qualità) coerente con sia con la necessità di fornire autocertificazioni al Committente della qualità delle opere sia con l'eventuale certificazione, se in suo possesso, del Sistema di Qualità Impresa (Norma UNI EN ISO 9002).

#### **4.1.2. Norme generali di valutazione**

Di norma il Committente deve provvedere a propria cura e spese alle prove che intende eseguire, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che il Committente intende effettuare. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

### **4.2. Controlli finali**

#### **4.2.1. Norme generali di esecuzione**

Analogamente a quanto prescritto per i controlli in corso d'opera, i lavori eseguiti dall'Appaltatore sono sottoposti dal Committente, al loro termine, a prove e controlli di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

I controlli finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute.

#### **4.2.2. Norme generali di valutazione**

Di norma i controlli sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che sono effettuate, ivi compresi gli esiti di prove eventualmente eseguite in corso d'opera e la prova di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

### **4.3. Consegna delle opere**

#### **4.3.1. Generalità**

L'accettazione da parte del Committente delle opere eseguite dall'Appaltatore è comunque subordinata alle operazioni di seguito sommariamente descritte, che l'Appaltatore stesso è tenuto a compiere prima di comunicare al Committente l'approntamento alla consegna.

L'Appaltatore deve comunque procedere a proprie verifiche della corretta esecuzione delle opere nonché della esatta installazione e funzionamento di tutti gli elementi costituenti i vari impianti, secondo le indicazioni di progetto e quanto prescritto dal Committente e dalle norme CEI.

#### **4.3.2. Verifiche da parte dell'Appaltatore**

Prima della consegna al Committente di ogni parte di impianto eseguita e sottoposta alla valutazione del Committente, l'Appaltatore deve, a propria cura e spese, con attrezzature e strumenti di misura appositi, provvedere all'esecuzione di verifiche di installazione e funzionali per accertare di aver correttamente eseguito i lavori, provvedendo anche a tutte le modifiche necessarie per il buon funzionamento dell'impianto.

Le operazioni di verifica che l'Appaltatore è tenuto ad operare consistono, di massima, nel controllo della corretta installazione elettrica e meccanica di tutti gli elementi costituenti l'impianto. I controlli devono essere effettuati quando necessario con l'impianto di bassa tensione alimentato, eseguendo caso per caso le seguenti operazioni minime previa verifica dell'integrità di tutto il materiale impiegato, sia di propria fornitura che di fornitura del Committente:

#### **1.1.1 Sezione BT e Servizi Ausiliari:**

- verifica del corretto serraggio dei conduttori nelle rispettive morsettiere;
- prove di isolamento, se non eseguite e certificate dal fornitore;
- prove di continuità del circuito di protezione;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio del quadro servizi ausiliari c.a. e c.c.;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio di raddrizzatori e batterie 110 Vcc. e 24 Vcc.;
- controllo delle alimentazioni c.a. e c.c. delle apparecchiature;

#### **1.1.2 Impianti elettrici civili:**

- alimentazione degli impianti elettrici;
- verifica del funzionamento corpi illuminanti e unità d'emergenza;

- verifica del funzionamento prese FM e senso ciclico delle fasi;
- controllo dell'efficienza delle protezioni differenziali;
- verifica del funzionamento dell'illuminazione esterna;
- verifica dell'orientamento notturno dei fari e dei livelli di illuminamento;

### **1.1.3 Sezione AT:**

- verifica dei rapporti di trasformazione dei TA;
- verifica degli interblocchi scomparti AT, comandi e tutte le cause d'allarme, scatto e segnalazione dei montanti AT;
- verifica dell'esatta inserzione dei circuiti varmetrici (Vo, Io) dei direzionali di terra;
- verifica cavi AT (misure di rigidità dielettrica)
- controllo dei circuiti d'inclusione/esclusione delle richiuse delle semisbarre;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del telecomando;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del CIS;

A conferma della corretta esecuzione delle operazioni di verifica e controllo, l'Appaltatore provvede a rilasciare un documento che certifichi la metodologia usata e l'esito d'ogni prova. Inoltre, se non diversamente prescritto, l'Appaltatore deve provvedere a predisporre le apparecchiature per l'esecuzione, a cura del Committente, delle prove a frequenza industriale sul quadro AT e delle prove d'isolamento dei cavi AT.

## **4.4. Collaudi**

### **4.4.1. Generalità**

I Collaudi sono eseguiti da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

Qualsiasi prova può essere eseguita in corso d'opera tesa ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento.

L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dai Collaudatori e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

#### **4.4.2. Collaudi in corso d'opera delle opere civili**

Il Collaudo deve procedere secondo le modalità e le prove stabilite dal Collaudatore tese ad accertare la rispondenza delle opere civili alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

#### **4.4.3. Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili**

Sono tenuti da Collaudatori esperti degli impianti stessi che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

#### **4.4.4. Prove in corso d'opera su impianti elettrici AT, BT e impianti ausiliari**

Sono tenuti da Collaudatori del Committente che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche nonché al corretto funzionamento elettrico.

#### **4.4.5. Collaudi finali**

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono eseguiti analogamente a quanto prescritto per collaudi e prove di funzionamento in corso d'opera da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

I Collaudatori possono sottoporre le opere appaltate a tutte le prove che intendono eseguire in base alla propria esperienza ed alla propria perizia professionale.

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute fino ad esito positivo di tutti i Collaudi.

#### **4.4.6. Norme generali di valutazione**

Di norma i Collaudatori sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre ai Collaudatori per eseguire le prove che intendono effettuare, ivi compresa la documentazione degli esiti di controlli eventualmente eseguiti in corso d'opera nonché l'obbligo di comprovare adeguatamente di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi.

#### **4.4.7. Pulizia finale**

A seguito dell'ultimazione lavori e in ogni caso prima della messa in servizio, l'Appaltatore deve eseguire la pulizia generale di tutto quanto ha realizzato, secondo le indicazioni impartite dal Committente ed in particolare deve effettuare:

- la pulizia delle aree delle apparecchiature AT e delle aree esterne all'edificio, nonché il trasporto a discarica dei materiali di risulta (terra, imballaggi, ecc.);
- la pulizia di tutti gli isolatori AT in porcellana, compresi quelli che costituiscono le apparecchiature AT;
- la pulizia degli interruttori AT e dell'interno degli scomparti, prima dell'inserimento dei carrelli estraibili;
- la pulizia degli isolatori passanti AT e del vano risalita cavi, prima di posizionare le lamiere di chiusura;
- la pulizia, con aspiratore, dei cunicoli per i cavi BT;
- lo spolvero dell'esterno dei quadri AT, dei telai di protezione e controllo, degli armadi, ecc.;
- la pulizia dei servizi igienici;
- il lavaggio dei serramenti e dei vetri interni ed esterni dell'edificio;
- il lavaggio dei pavimenti e la cerata degli stessi.

#### **4.4.8. Norme generali di valutazione**

Tutto quanto riguarda la consegna dell'opera (ed in particolare le verifiche, le pulizie e le messe a punto degli impianti) è di norma a totale cura e spese dell'Appaltatore. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.