



REGIONE PUGLIA

COMUNE DI GUAGNANO

PROVINCIA DI LECCE

Località "Li Poggi"



IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA PER CONVERSIONE FOTOVOLTAICA DELLA FONTE SOLARE "LI POGGI" - POTENZA DI PICCO 30,06 MW_p

OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI: GUAGNANO (LE), SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR), ERCHIE (BR)

PROGETTO DEFINITIVO - CODICE AU V1YFCO5

PROGETTAZIONE:



Viale M. Chiatante n. 60 - 73100 LECCE
Tel. 0832-242193
e-mail: info@iaing.it

COMMITTENTE:



ACCIONA Energia Global Italia S.r.l.
Via Achille Campanile, n. 73 - 00144 ROMA
Tel. +39 06 5051 4225

Ing. Gianluca Perrone

Ing. Enrico Fedele



Titolo elaborato

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Questo elaborato è di proprietà della IA.ING s.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito	Data	Codice Pratica	Codice Ident. Elaborato	Scala	N. Elaborato
	24/06/2021	V1YFCO5_Disciplinare			ED.26.00
	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione	
E.F.	E.F./F.P.	E.F./G.P.	Elaborato Descrittivo		
N° revisione	Data Revisione	Oggetto revisione			
0	24/06/2021	Prima emissione			

Sommario

PREMESSA	3
1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
1.1 QUADRO DI SINTESI	4
2 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO PRESENTI IN IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
2.1 MODULI FOTOVOLTAICI	5
2.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO E SISTEMA DI INSEGUIMENTO SOLARE	7
2.3 INVERTER CC/AC E POWER STATIONS	8
2.4 CAVI B.T.	11
2.5 CAVI M.T.	12
2.6 TRASFORMATORI M.T./B.T.	14
2.7 QUADRI M.T.	15
2.8 SISTEMI AUSILIARI	15
2.9 RECINZIONE	16
3 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO PER L'ELETTRODOTTO INTERRATO IN M.T.	18
3.1 CAVI MT	18
3.2 CAVI DI FIBRA OTTICA	18
4 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO IN SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE	20
4.1 QUADRO M.T.	20
4.2 TRASFORMATORE A.T./M.T.	20
4.3 TRASFORMATORE M.T./B.T.	21
4.4 QUADRO B.T. IN CORRENTE ALTERNATA	22
4.5 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA	22
4.6 GRUPPO ELETTROGENO	23
4.7 APPARECCHIATURE A.T.	23
4.8 PALO T.L.C.	24
4.9 RECINZIONE E CANCELLI DI ACCESSO	24
4.10 SISTEMI AUSILIARI DI SOTTOSTAZIONE	25
5 MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI	26
5.1 SCAVI	26

5.1.1	DEFINIZIONE DEL LAVORO	26
5.1.2	SCAVI DI SBANCAMENTO.....	28
5.1.3	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA.....	28
5.1.4	ATTRAVERSAMENTI E SOTTOPASSI CON TECNICA NO-DIG	29
5.2	OPERE CIVILI IN CEMENTO ARMATO E IN ACCIAIO STRUTTURALE.....	31
5.2.1	GENERALITÀ.....	31
5.2.2	CALCESTRUZZO	33
5.2.2.1	SPECIFICHE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	33
5.2.2.2	COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO	35
5.2.2.3	POSA IN OPERA	36
5.2.3	ACCIAIO	39
5.2.3.1	GENERALITÀ E CONTROLLI.....	39
5.2.3.2	MODALITÀ DI LAVORAZIONE, GIUNZIONE E UNIONE DI CARPENTERIE METALLICHE.....	40
5.3	OPERE STRADALI INTERNE DI IMPIANTO.....	41

PREMESSA

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto definitivo è redatto in ottemperanza alla *“Disciplina del procedimento tecnico di autorizzazione alla realizzazione ed all’esercizio di impianti di produzione di energia elettrica”*, approvata con *D.G.R. 28 dicembre 2010, n. 3029*. L’elaborato è specificatamente richiesto al punto 4.2.12 delle *“Istruzioni tecniche per la informatizzazione della documentazione a corredo dell’Autorizzazione Unica” (ALLEGATO A)* approvate con *Determinazione del Dirigente Servizio Energia, Reti e Infrastrutture Materiali per lo Sviluppo 3 gennaio 2011, n. 1*.

Il progetto proposto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica della fonte solare denominato *“Li Poggi”*, da realizzare in un’area agricola del Comune di Guagnano (LE).

L’impianto, con potenza in immissione di 25,305 MW e potenza di picco installata di 30,06 MWP, sarà connesso attraverso un cavidotto interrato in regime di media tensione ad una Sottostazione Elettrica Utente di trasformazione 150/30 kV, la cui ubicazione è prevista in area agricola del territorio di Erchie (BR). Quest’ultima sarà collegata in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica TERNA *“Erchie”* 380/150 kV, tramite una soluzione di connessione in regime di alta tensione condivisa con altri produttori di energia, titolari di iniziative analoghe alla presente.

Titolare dell’iniziativa proposta è la società ACCIONA Energia Global Italia S.r.l. (di seguito, in breve, *“la proponente”*), avente sede legale in Roma in Via Achille Campanile, n. 73 – C.F. e P.IVA. 12990031002.

Oltre all’impianto fotovoltaico ed alle opere di connessione anzi descritte, rientrano tra le opere da sottoporre a procedimento autorizzativo gli interventi finalizzati alla realizzazione del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione TERNA *“Erchie”* 380/150 kV esistente.

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.1 QUADRO DI SINTESI

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica della fonte solare connesso, a mezzo di un elettrodotto interrato in M.T., ad una Sottostazione Elettrica Utente di trasformazione 150/30 kV a sua volta raccordata alla SE "Erchie" 380/150 kV a mezzo di una soluzione di connessione interrata in A.T. condivisa con altri produttori di energie rinnovabili, titolari di iniziative simili alla presente in corso di autorizzazione.

La potenza nominale di impianto lato AC degli inverter è pari a 26.980,00 kW a cosfi unitario, 25305kW al punto di immissione, mentre la potenza di picco generata dai moduli fotovoltaici di impianto è pari a 30.060,8 kW_p. I moduli, di potenza unitaria pari a 550 W_p, saranno installati su inseguitori monoassiali di rollio.

Nel seguito vengono riportati gli elementi tecnici e prestazionali relativamente alle seguenti componenti impiantistiche:

- Per l'impianto fotovoltaico:
 - Moduli fotovoltaici
 - Inseguitori monoassiali (trackers)
 - Inverter CC/AC
 - Cavidotti interni in B.T.
 - Cavidotti interni in M.T.
 - Trasformatori M.T./B.T.
 - Quadri elettrici M.T.
 - Impianti ausiliari
 - Recinzione perimetrale
- Per l'elettrodotto interrato in M.T.:
 - Cavidotto interrato in M.T.
 - Rete di telecomunicazione in fibra ottica
- Per la Sottostazione Elettrica Utente (SSE):
 - Quadro elettrico M.T.
 - Trasformatore A.T./M.T. e trasformatore M.T./B.T.
 - Quadro B.T. e sistema di distribuzione
 - Gruppo Elettrogeno
 - Apparecchiature elettromeccaniche in A.T.
 - Palo T.L.C.

- Recinzione perimetrale ed accessi

Le componenti di impianto selezionate in sede di progettazione per la realizzazione dell'intervento, accuratamente descritte nel seguito, potranno essere suscettibili di potenziali variazioni derivanti da ulteriori esigenze di natura tecnica e/o commerciale, in conseguenza di mutati scenari di mercato ovvero per ulteriore evoluzione dei prodotti presenti in commercio alla data della effettiva cantierizzazione delle opere in progetto.

2 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO PRESENTI IN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

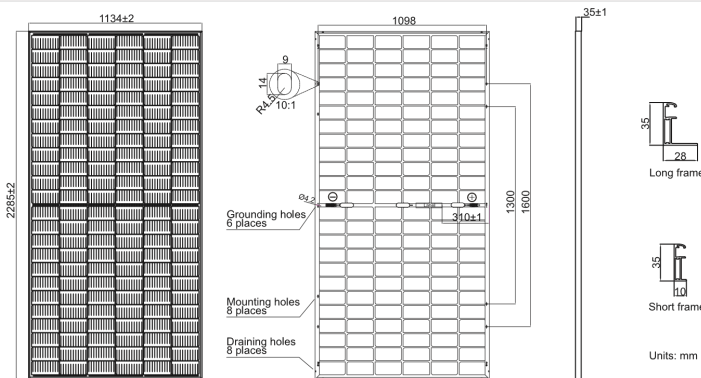
2.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il generatore fotovoltaico avrà potenza complessiva di 30.060,8 kW_p, ottenuta dall'assemblaggio di 54.656 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza unitaria 550 W_p, modello JAM72D30-550/MB della *JA Solar* o prodotto equivalente, le cui principali caratteristiche tecniche sono riportate in **Figura 1**.

JA SOLAR

JAM72D30 525-550/MB Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	31.6kg±3%
Dimensions	2285±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1200mm(+)/1200mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	30pcs/Pallet, 600pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72D30 -525/MB	JAM72D30 -530/MB	JAM72D30 -535/MB	JAM72D30 -540/MB	JAM72D30 -545/MB	JAM72D30 -550/MB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.6	20.8	21.0	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

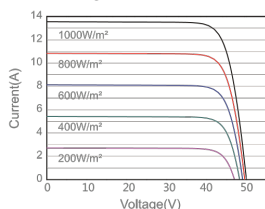
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH DIFFERENT POWER RANGES (REFERENCE TO 10% SOLAR ILLUMINANCE RATIO)

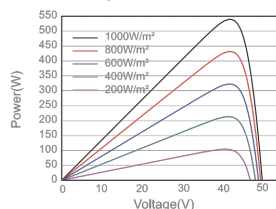
TYPE	JAM72D30 -525/MB	JAM72D30 -530/MB	JAM72D30 -535/MB	JAM72D30 -540/MB	JAM72D30 -545/MB	JAM72D30 -550/MB	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(Pmax) [W]	562	567	572	578	583	589	Maximum System Voltage	1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.54	49.67	49.80	49.93	50.03	50.21	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	41.53	41.77	41.99	42.24	42.43	42.67	Maximum Series Fuse Rating	30A
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.34	14.39	14.45	14.50	14.56	14.63	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112 lb/ft ²) 2400Pa(50 lb/ft ²)
Max Power Current(Imp) [A]	13.52	13.58	13.63	13.69	13.74	13.79	NOCT	45±2°C
Bifaciality=Pmax,rear/Rated Pmax,front							Bifaciality	70%±10%
							Fire Performance	UL Type 29

CHARACTERISTICS

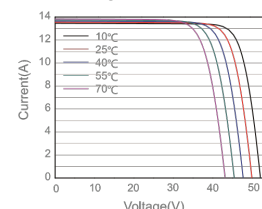
Current-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Power-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Current-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20200903A

Figura 1 - Caratteristiche tecniche e meccaniche del modulo PV in progetto

Progettazione :



IA.ING S.r.l.
 Viale Marcello Chiatante, n.60 - 73100 Lecce (LE)
 Tel./Fax. +39 0832 242193 e-mail: info@iaing.it

2.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO E SISTEMA DI INSEGUIMENTO SOLARE

Il progetto prevede l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo *SINGLE AXIS TRACKER* della NexTracker, su cui i moduli fotovoltaici saranno installati in singola fila in configurazione "portrait" (orientamento dei moduli verticale rispetto all'asse di rotazione dei trackers).

In conseguenza delle limitate superfici disponibili per lo sviluppo dell'iniziativa, sono state previste tre distinte configurazioni geometriche di tracker monoassiali:

- SOLUZIONE 1: trackers da 28 moduli fotovoltaici;
- SOLUZIONE 2: trackers da 56 moduli fotovoltaici;
- SOLUZIONE 3: trackers da 84 moduli fotovoltaici;

Le strutture di supporto consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad esse ancorati intorno ad un unico asse orizzontale, permettendo di inseguire il sole nell'arco dell'intera giornata allo scopo di incrementare la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico. L'installazione di un motore su ciascuna struttura consente di ottenere un sistema a file indipendenti, e ciascuna struttura è autonoma sia dal punto di vista energetico, disponendo di una batteria che viene ricaricata da un piccolo pannello fotovoltaico dedicato e di un controller che ne gestisce la movimentazione ricorrendo tra le altre al così detto "backtracking": l'algoritmo gestisce l'angolo di rotazione della struttura di supporto ai pannelli, raggiungendo un compromesso ottimale tra l'inclinazione ideale dei pannelli rispetto ai raggi solari incidenti ed il rischio di ombreggiamento reciproco tra le file di pannelli. Maggiori dettagli tecnici sono contenuti nello stralcio di scheda tecnica allegato in **Figura 3**.

Tutti gli elementi saranno realizzati in acciaio strutturale zincato a caldo, per prevenire fenomeni di corrosione. I montanti saranno realizzati con profilati metallici infissi nel terreno per battitura a distanza reciproca di circa 7 m, previa eventuale esecuzione di prefori di alloggiamento trivellati nel substrato roccioso talvolta in affioramento.

L'altezza fuori terra massima del sistema tracker-moduli non supererà i 3,00 m rispetto al piano campagna nelle condizioni di massima inclinazione dei pannelli.

GENERAL AND MECHANICAL

Tracking type	Horizontal single-axis, independent row	Tracking range of motion	Options for ±60° or ±50°
String voltage	1,500 V _{DC} or 1,000 V _{DC}	Operating temperature range	Self powered: -30°C to 55°C (-22°F to 131°F) AC powered: -40°C to 55°C (-40°F to 131°F)
Typical row size	78 - 90 modules, depending on module string length	Module configuration	1 in portrait. 3 x 1,500V or 4 x 1,000V strings per standard tracker. Partial length trackers available.
Drive type	Non-backdriving, high accuracy slew gear	Module attachment	Self-grounding, electric tool-actuated fasteners
Motor type	24V brushless DC motor	Materials	Galvanized steel
Array height	Rotation axis elevation 1.3 to 1.8 m / 4'3" to 5'10"	Allowable wind speed	Configurable up to 200 kph (125 mph) 3-second gust.
Ground coverage ratio (GCR)	Configurable. Typical range 28-50%	Wind protection	Intelligent wind stowing with symmetric dampers for maximum array stability in all wind conditions.
Modules supported	Mounting options available for virtually all utility-scale crystalline modules, First Solar Series 6 and First Solar Series 4.	Foundations	Standard W6 section foundation posts
Bifacial features	High-rise mounting rails, bearing + driveline gaps and round torque tube		

ELECTRONICS AND CONTROLS

Solar tracking method	Astronomical algorithm with backtracking. TrueCapture™ upgrades available for terrain adaptive backtracking and diffuse tracking mode.
Control electronics	NX tracker controller with inbuilt inclinometer and backup battery.
Communications	Zigbee wireless communications to all tracker rows and weather stations via network control units (NCUs).
Nighttime stow	Yes
Power supply	Self powered: NX provided 30 or 60W Smart Panel AC powered: Customer-provided 120-240 V _{AC} circuit

INSTALLATION, OPERATIONS AND SERVICE

PE stamped structural calculations and drawings	Included
Onsite training and system commissioning	Included
Installation requirements	Simple assembly using swaged fasteners and bolted connections. No field cutting, drilling or welding.
Monitoring	NX Data Hub™ centralized data aggregation and monitoring
Module cleaning compatibility	Compatible with NX qualified cleaning systems.
Warranty	10-year structural, 5-year drive and control components
Codes and standards	UL 3703, UL 2703, IEC 62817

Figura 2 - Caratteristiche tecniche e dimensionali del sistema tracker in progetto. I valori dimensionali sono riportati a titolo meramente indicativo

2.3 INVERTER CC/AC E POWER STATIONS

Il gruppo di conversione della corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata determina il valore della potenza nominale di impianto. L'inverter deve essere idoneo a trasferire l'energia prodotta dal generatore fotovoltaico alla rete di distribuzione, conformemente ai requisiti tecnici e di sicurezza stabiliti dal Gestore di Rete.

I valori di tensione e corrente in ingresso (lato DC) devono rispondere agli standard di progetto definiti nel dimensionamento del generatore PV. L'inverter dovrà essere equipaggiato di sistema MPPT (Maximum Power Point Tracking), con cui l'energia ottenibile dall'impianto PV viene ottimizzata.

Il valore di potenza nominale del progetto è stato ottenuto per installazione di 19 inverter, di potenza unitaria di 1.420 kW lato AC, aventi n°15 ingressi DC ed 1 MPPT. La tensione nominale in uscita

Progettazione :



IA.ING S.r.l.
 Viale Marcello Chiatante, n.60 - 73100 Lecce (LE)
 Tel./Fax. +39 0832 242193 e-mail: info@iaing.it

dagli inverter sarà pari ad 630 V. Ulteriori caratteristiche tecniche del prodotto selezionato in fase di progettazione sono riportate nello stralcio di scheda tecnica in **Figura 4**.

Gli inverter saranno idonei per l'installazione all'aperto, dunque non sarà richiesta la creazione di alcun vano tecnico o copertura per il loro alloggiamento.

Gli inverter saranno suddivisi in n.6 power stations, delle quali una sarà composta da 4 inverter e le altre da 3 ciascuna. Le power stations saranno raggruppate in coppia, quindi connesse direttamente alla SEU per la trasformazione MT/AT.

PowerMax B Series 1,500 V_{dc}

	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
Input (DC)					
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,620 - 2,128 kW _p	1,646 - 2,162 kW _p	1,672 - 2,196 kW _p	1,723 - 2,263 kW _p	1,775 - 2,330 kW _p
Voltage Range MPP ⁽²⁾	910 - 1,300 V	922 - 1,300 V	937 - 1,300 V	965 - 1,300 V	994 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,637 kVA / 1,473 kVA	1,663 kVA / 1,496.5 kVA	1,689 kVA / 1,520 kVA	1,741 kVA / 1,567 kVA	1,793 kVA / 1,613 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,637 kVA / 1,449 kVA	1,663 kVA / 1,472 kVA	1,689 kVA / 1,495 kVA	1,741 kVA / 1,541 kVA	1,793 kVA / 1,587 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁽⁵⁾	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor ⁽⁶⁾	1				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁷⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption ⁽⁸⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Operating temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m ³ /h				
Average air flow	4,200 m ³ /h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

Figura 3 - Inverter a base di progetto

2.4 CAVI B.T.

In progetto sono utilizzate due distinte tipologie di cavi in B.T.:

- Cavi solari: trattasi dei cavi utilizzati per il cablaggio in serie dei moduli (stringhe) fino all'ingresso in DC dell'inverter. In progetto si prevede l'utilizzo di cavi tipo FG21M21 con conduttore flessibile in rame stagnato di sezione nominale 1 x 6 mm². Trattasi di cavi progettati per l'impiego e l'interconnessione dei vari elementi in impianti fotovoltaici per la produzione di energia. Possono essere installati sia all'interno che all'esterno in posa fissa o mobile (non gravosa), senza protezione. Posa possibile anche in canaline e tubazioni in vista o incassate. Adatti anche per posa direttamente interrata o in tubi interrati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-17. Le principali caratteristiche tecniche:
 - Conduttore: Flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5
 - Isolante: HEPR - tipo G21
 - Guaina: Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21
 - Tensione massima in c.a.: 1200 V
 - Tensione massima in c.c.: 1800 V anche verso terra
 - Temperatura ambiente: min -40 °C; max +90°C
 - Max temperatura conduttore: +120°C in condizioni di sovraccarico
 - Temperatura di cortocircuito: +250 °C sul conduttore, max 5 sec
 - Verifica comportamento a lungo termine: +120°C – 20000h (EN 60216-1)
 - Sforzo trazione durante posa: max 50 N/mm²
 - Sforzo trazione in esercizio: max 15 N/mm²
 - Raggio curvatura minimo: ≤ 8mm posa fissa 3xD, movimento libero 4xD
 - Resistenza olio minerale: 4h, 100°C (EN 60811-2-1)
 - Resistenza agenti atmosferici: ozono (EN 50396 art.8.1.3); UV (HD 605 par.2.4.20); assorbimento acqua (EN 60811-1-3)
 - Non propagazione della fiamma secondo EN 60332-1-2)
 - Basse emissioni di fumi secondo CEI EN 61034-2
 - Corrosività secondo CEI EN 50267-2
 - Tossicità secondo CEI 20-37/4
 - Compatibilità ambientale: in assenza di sostanze inquinanti ed alogene, in accordo alle norme sulla riciclabilità e lo smaltimento
- Cavi da inverter a quadri in cabina di sottocampo: trattasi di cavi del tipo FG16OR16 0,6/1kV con conduttore in rame rosso. Sono cavi adatti per l'alimentazione di energia nelle industrie, nei cantieri, in edilizia residenziale. Adatti all'installazione su murature, strutture metalliche,

su passerelle anche in tubazioni, canalette e sistemi simili. Per posa fissa all'interno, all'esterno. Ammessa la posa interrata, diretta e indiretta. Le principali caratteristiche tecniche:

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolante: in gomma, qualità G16
- Cordatura: i conduttori isolati sono cordati insieme
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina esterna: PVC, qualità R16
- Tensione nominale U_o/U: 600/1000 V (A.C.); 1500 V (C.C.)
- Tensione massima U_m: 1200 V (A.C.); 1800 V (C.C.)
- Max temperatura esercizio: +90°C
- Minima temperatura di esercizio: -15°C (assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di cortocircuito: +250 °C
- Sforzo max di trazione: 50 N/mm²
- Raggio curvatura minimo: 4xD cavo
- Temperatura minima di posa: 0°C

2.5 CAVI M.T.

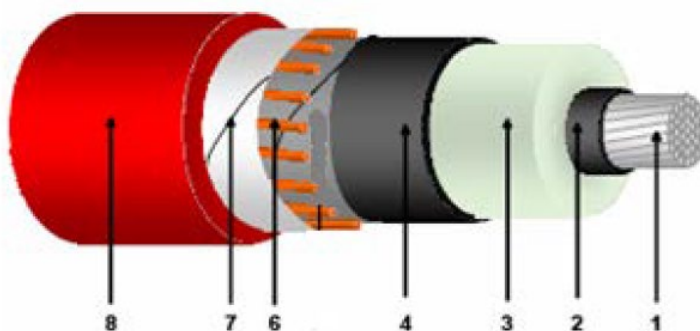
Vengono impiegati per collegare tra loro a coppie le power stations (in modalità entra-esci) e per il trasporto dell'energia elettrica in AC da queste alla stazione elettrica utente per la successiva conversione da MT 30KV ad AT 150KV.

- **SOTTOCAMPO 1:** power station con 4 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 437 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 6.729.800 W_p;
- **SOTTOCAMPO 2:** power station con 3 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 303 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 4.666.200 W_p;
- **SOTTOCAMPO 3:** power station con 3 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 303 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 4.666.200 W_p;
- **SOTTOCAMPO 4:** power station con 3 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 303 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 4.666.200 W_p;

- **SOTTOCAMPO 5:** power station con 3 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 303 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 4.666.200 W_p;
- **SOTTOCAMPO 6:** power station con 3 inverter da 1640 kVA, collegata ad un generatore fotovoltaico costituito da 303 stringhe di 28 moduli in serie, per una potenza di picco lato DC pari a circa 4.666.200 W_p.

Il cavo di media tensione che si è scelto di utilizzare ai fini che qui interessano, avrà le seguenti caratteristiche:

- o Codice cavo: ARG7H1E, in alluminio
- o Formazione e sezione: variabile



Con riferimento alla figura sopra si individuano i seguenti elementi:

1. Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio (in accordo alla norma IEC 60228 Class 2);
2. Schermo semiconduttivo del conduttore in mescola estrusa (in accordo alla norma IEC 60502-2);
3. Isolante in XLPE (in accordo alla norma IEC 60502-2);
4. Schermo isolante semiconduttivo;
5. Schermatura a fili di rame;
6. Protezione longitudinale dall'acqua;
7. Guaina esterna in materiale termoplastico (in accordo alla norma IEC 60502-2).

Le condizioni di esercizio per il cavo sono le seguenti:

- | | |
|-------------------------------------------------------|------------|
| • Tensione nominale, U_0 , U_m , kV | 18/30 (36) |
| • Temperatura di servizio, statica, °C | -25-60 |
| • Temperatura minima per la posa, °C | 0 |
| • Massima temperatura del conduttore in esercizio, °C | 90 |

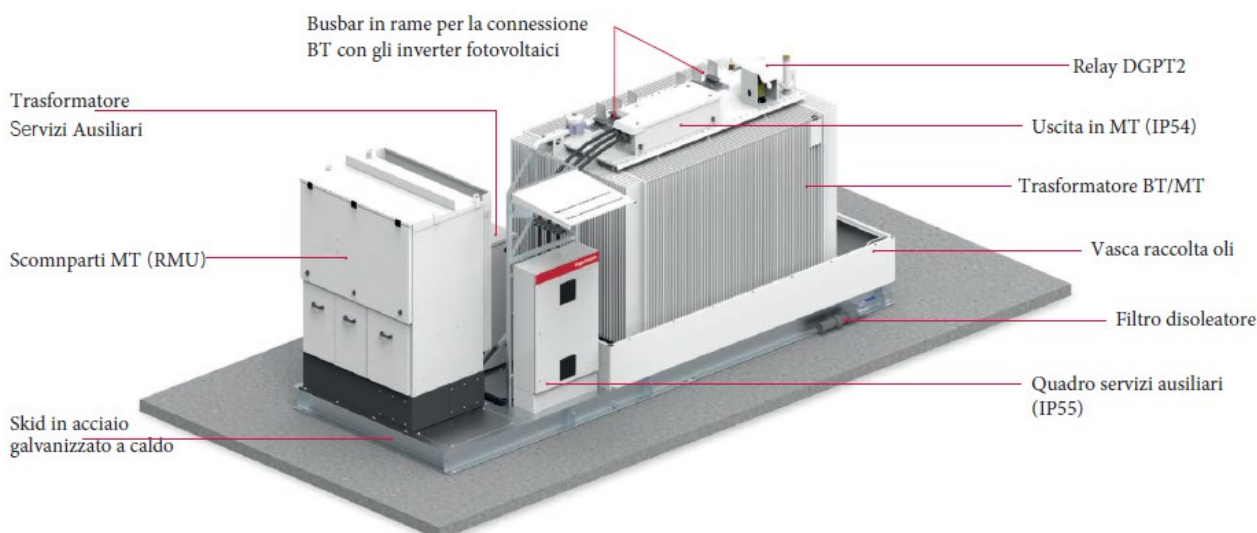
- Massima temperatura di cortocircuito ammessa, 5sec, °C 250
- Minimo raggio di curvatura rispetto al diametro complessivo del cavoD 20D

2.6 TRASFORMATORI M.T./B.T.

Alloggiati sugli skid delle powerstations, i trasformatori di elevazione B.T./M.T. avranno due taglie possibili, una di circa 4800 kVA e l'altra di circa 6400kVA a singolo secondario ed avranno tensione al primario di 30 kV, 630 V al secondario. Le principali caratteristiche tecniche saranno:

- Potenza nominale: 4800/6400 kVA
- 0,63/30 kV trifase
- Bagno d'olio
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di corto circuito (V_{cc}): 6%
- Collegamento Dyn11
- Collegamento primario: triangolo
- Collegamento secondario: stella+neutro
- Adatti per installazioni all'esterno
- Temperatura ambiente standard: 40°C
- Grado di protezione: IP54

Ciascun trasformatore sarà alloggiato su di una vasca per la raccolta delle eventuali perdite di olio, il cui scarico sarà dotato di un filtro disoleatore.



Progettazione :



IA.ING S.r.l.
Viale Marcello Chiatante, n.60 - 73100 Lecce (LE)
Tel./Fax. +39 0832 242193 e-mail: info@iaing.it

Ciascuna power station avrà anche un trasformatore per i servizi ausiliari, di potenza 30 KVA, tensione al primario di 400 V e tensione al secondario di 630 V (0,4/0,63 kV), con il relativo quadro servizi ausiliari con grado di protezione IP55.

2.7 QUADRI M.T.

Su ciascuna power station e nella cabina in arrivo alla SSU saranno alloggiati quadri elettrici M.T., ai quali si atterranno le linee elettriche in M.T. in arrivo ed in ripartenza. Il quadro elettrico in M.T. sarà del tipo blindato, isolato in aria/gas SF₆, composto da un numero variabile di scomparti in relazione al numero di linee in arrivo o in uscita dalla power station i-esima.

Le principali caratteristiche del quadro M.T. sono:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF₆
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: classe LSC2
- Classe di segregazione: PM
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 30 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale di sbarre/derivazioni: 1000/630 A
- Grado di protezione: non inferiore a IP54

2.8 SISTEMI AUSILIARI

Al fine di limitare l'accesso all'impianto a soggetti non autorizzati sarà previsto un sistema di videosorveglianza, costituito da 64 telecamere a circuito chiuso (TVCC) del tipo fisso day-night, per visione diurna e notturna (con illuminatore a infrarossi), installate su altrettanti pali in acciaio zincato, di altezza massima pari a 3,50 m. La disposizione dei pali di supporto alle telecamere seguirà l'andamento della recinzione perimetrale di impianto.

Il sistema antintrusione, invece, sarà realizzato prevedendo una o più soluzioni tra quelle elencate nel seguito:

- sistema di barriere a microonde, posizionate in prossimità della recinzione perimetrale di impianto, tarate per rilevare l'accesso in caso di scavalco o effrazione della recinzione;
- cavo tipo "alfa" con anime magnetiche, collegato a sensori microfoniche agganciati alle recinzioni a media altezza e collegato ad una centralina d'allarme, capace di rilevare vibrazioni indotte sulla recinzione perimetrale in caso di scavalco o tentativo di danneggiamento;

- sistema antintrusione da interramento, con sviluppo parallelo alla recinzione perimetrale di impianto, capace di rilevare il transito di pedoni in superficie in caso di scavalcamento.

Inoltre, nel solo caso di effrazione durante il periodo notturno, si attiverà un sistema di illuminazione, costituito da 89 proiettori luminosi LED di potenza 50 W, direzionabili e montati su pali in acciaio zincato, in gran parte coincidenti con gli stessi pali di supporto al sistema di videosorveglianza integrati da ulteriori elementi posizionati lungo la viabilità interna di impianto. Il funzionamento dell'impianto di illuminazione sarà legato alla sicurezza dell'impianto, con modalità di attivazione discontinua ed eccezionale.

- Il montaggio manuale degli elementi in quota descritti (telecamere, proiettori luminosi) avverrà ricorrendo a sistemi di sollevamento a cestello. L'alimentazione elettrica e i cablaggi tra gli elementi avverranno in cavidotto interrato, realizzato con modalità esecutive analoghe al caso dei cavi elettrici in B.T.

I sistemi sopra descritti saranno collegati ad una centralina di controllo dalla quale, in caso di rilevamento di intrusione, sarà inviata una chiamata al centro di vigilanza privata ed al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

2.9 RECINZIONE

La recinzione perimetrale di impianto sarà realizzata con pannelli modulari a maglia rettangolare 200x50 mm, in filo zincato a caldo rivestito in poliestere di colore verde in superficie. I pannelli, di altezza 2,00 m circa e lunghezza di 2,00 m o 2,50 m saranno fissati a paletti in acciaio, anch'essi rivestiti in poliestere in colorazione verde, direttamente infissi nel terreno. I pannelli saranno montati sollevati da terra di 10 cm circa e in alcuni di essi (a "passo" di 50 m circa lungo il perimetro) saranno praticate aperture di 30x30 cm in prossimità della base.



Figura 4 - Tipologia di sistema di recinzione perimetrale di impianto

Le caratteristiche della recinzione prevista in progetto, sono sinteticamente riassunte nel seguito:

- **DIMENSIONI**
 - Maglia 200x50 mm;
 - Filo zincato a caldo di diametro 4 o 5 mm;
 - Altezza pannelli 2000 mm;
 - Larghezza pannelli 2000-2500 mm;

- **MATERIALE**
 - Struttura in acciaio elettrosaldato e zincato a caldo;
 - Rivestimento in PVC;

- **COLORE**
 - Verde RAL 6005.

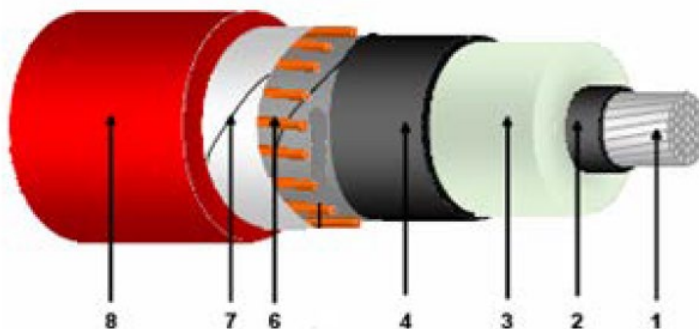
Le caratteristiche riportate potrebbero subire modifiche a seguito della progettazione esecutiva delle opere. Il cancello di accesso carrabile all'impianto sarà posizionato nel vertice settentrionale delle aree destinate alla realizzazione dell'intervento, con affaccio diretto alla strada comunale adiacente al confine orientale di proprietà. Il cancello sarà realizzato con elementi (scatolari o tubolari) saldati in acciaio zincato, e sarà sostenuto da montanti in acciaio direttamente infissi nel terreno.

3 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO PER L'ELETTRODOTTO INTERRATO IN M.T.

3.1 CAVI MT

L'energia prodotta dall'impianto di produzione confluirà alla Sottostazione elettrica Utente 150/30 kV a mezzo di un elettrodotto interrato in M.T. costituito dalla posa in opera di due terne di cavi in parallelo aventi sezione nominale di 300 mm². I cavi M.T. saranno del tipo ARG7H1E, le cui principali caratteristiche tecniche vengono esplicitate nel seguito:

- Codice cavo: ARG7H1E, in alluminio
- Formazione e sezione: 3x(3x1x630) mm²



Con riferimento alla figura sopra si individuano i seguenti elementi:

8. Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio (in accordo alla norma IEC 60228 Class 2);
9. Schermo semiconduttivo del conduttore in mescola estrusa (in accordo alla norma IEC 60502-2);
10. Isolante in XLPE (in accordo alla norma IEC 60502-2);
11. Schermo isolante semiconduttivo;
12. Schermatura a fili di rame;
13. Protezione longitudinale dall'acqua;
14. Guaina esterna in materiale termoplastico (in accordo alla norma IEC 60502-2).

3.2 CAVI DI FIBRA OTTICA

Sarà utilizzato un minicavo in fibra ottica per installazione con la tecnica del soffiaggio all'interno di minitubi in PEAD. Il cavo sarà costituito da 24 fibre ottiche monomodali suddivise in due tubetti (12x2). Le principali caratteristiche, tecniche e meccaniche, sono riassunte in **Figura 7**.

I minitubi per la posa dei minicavi di fibra ottica sono ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (PEAD), materiale idoneo per la posa in opera del cavo con tecnica di soffiaggio ("blowing").

Nel progetto si propone l'utilizzo di minitubo con diametro interno di 12 mm e spessore 2 mm, idoneo per la posa di minicavi fino a 144 o 288 fibre ottiche. Il minitubo sarà posato direttamente in trincea. I minitubi saranno giuntati tra loro con appositi elementi di giunzione a tenuta di pressione, rimovibili ed eventualmente riutilizzabili, aventi resistenza tipica alla trazione di 700 N.

Characteristics of Single Mode fibres, according to Recommendation ITU-T G.652, type D

Material Constituents

- Fiber core: SiO₂ doped with GeO₂
- Fiber cladding: pure SiO₂
- Coating: double layer UV-cured acrylate
- Design: step index profile, matched cladding

Optical Specifications

Attenuation Coefficient (cabled fibers)

- at 1310 nm ≤ 0.37 dB/km
- at 1550 nm ≤ 0.24 dB/km
- at 1303 ± 3 nm ≤ 0.37 dB/km

- Cable cut-off Wavelength λ_{ccf} ≥ 1260 nm

Mode Field Diameter (Petermann II Definition)

- at 1310 nm 9.2 ± 0.4 μm

Chromatic Dispersion

- at 1285 nm to 1330 nm ≤ 3.5 ps/(nm*km)
- at 1550 nm ≤ 18 ps/(nm*km)

Zero Dispersion Wavelength λ_0

- 1310 nm to 1324 nm

- Zero Dispersion Slope S_0 ≤ 0.092 ps/(nm²*km)

Polarization Mode Dispersion coefficient PMD

- Link Design Value ≤ 0.06 ps/√km *

- Cabled fibers ≤ 0.2 ps/√km **

Geometrical Specifications

- Cladding Diameter 125.0 ± 1.0 μm
- Core/Cladding Concentricity Error ≤ 0.5 μm
- Cladding Non-Circularity ≤ 1.0 %
- Coating Diameter 245 ± 5 μm

Mechanical Specifications

- All fibers are proof tested over the whole length to a level of 100 kpsi or 0.7 GN/m² or 1% elongation.
- Coating Stripping Force (mechanically strippable) 1.0 ÷ 8.9 N

* This value is guaranteed by the fiber manufacturer. Complies with IEC 60794-3:2000, Method 1, March 2000.

** PMD on cabled fibers is tested on a sampling plane basis, sufficient to assure that the product respects the stated characteristics.

Mechanical and environmental characteristics

Characteristic	24 to 72 fibres	96 to 144 fibres
Maximum tensile strength	1000 N	1000 N
Minimum bending radius – dynamic	130 mm	150 mm
Temperature range – operation	-30 ÷ 60°C	-30 ÷ 60°C

Figura 5 - Caratteristiche generali della Fibra Ottica

4 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO IN SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE

4.1 QUADRO M.T.

Il quadro sarà installato in apposito locale dedicato facente parte dell'edificio di Sottostazione Utente. Esso si compone delle seguenti parti principali:

- Scomparto arrivo linea 1 in M.T. dalla powerstation 2
- Scomparto arrivo linea 2 in M.T. dalla power station 3
- Scomparto arrivo linea 2 in M.T. dalla power station 5
- Protezione trasformatore ausiliari da 100 kVA
- Scomparto linea A.T. verso trasformatore 150/30 kV
- Scomparto misure/TV sbarra

Le principali caratteristiche del quadro M.T. sono:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: classe LSC2
- Classe di segregazione: PM
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 30 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale di sbarre/derivazioni: 1000/630 A

Al quadro sarà collegato il trasformatore in resina per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari, di potenza 100 kVA, a valle del quale sarà installato un quadro B.T. avente lo scopo di alimentare tutte le utenze in bassa tensione previste in Sottostazione Utente.

4.2 TRASFORMATORE A.T./M.T.

La trasformazione di tensione dal regime di tensione in M.T. (30 kV) al regime di tensione in A.T. (150 kV) avverrà con un trasformatore di potenza trifase, con avvolgimenti immersi in olio, specificatamente previsto per installazioni da esterno. La potenza nominale del trasformatore sarà di 25/33 MVA (ONAN/ONAF) o similare. Il trasformatore sarà conforme alle norme IEC 60076.

Le principali caratteristiche tecniche del trasformatore sono riassunte in **Figura 8**.

Rated data		Rev. index				
Rated power	[kVA]	25000/33000				
Cooling system		ONAN/ONAF				
Voltage ratio	[kV]	150±12.5%/30				
Vector group		YNd11				
Frequency	[Hz]	50				
Type of flux voltage variation		CFVV				
Environment						
Maximum ambient temperature	[°C]	40				
Top oil temperature rise	[K]	60				
Average windings temperature rise	[K]	65				
Hot spot temperature rise	[K]	78				
Altitude	[m]	<1000				
Insulation class		A				
Transformer location		outdoor				
Guaranteed values						
No – load losses	[W]	17500	IEC tolerance			
Load losses at rated power – nominal ratio	[W]	115000	IEC tolerance			
Short circuit impedance at rated power and nom voltage ratio	[%]	-	IEC tolerance			
Short circuit impedance at rated power and max voltage ratio	[%]	12.5	IEC tolerance			
Short circuit impedance at rated power and min voltage ratio	[%]	-	IEC tolerance			
Sound pressure level (at no – load conditions) @ 0.3m ONAN	[dB(A)]	75				
Insulation levels						
		HV	HVN	LV1	LV2	TV
Nominal voltage, Um	[kV]	170	170	36		
Lightning impulse, LI	[kV]	650	-	170		
Applied voltage, AC	[kV]	275	275	70		
Bushings						
Rated voltage	[kV]	170	170	36		
Rated current	[A]	1250	1250	1250		
Lightning impulse	[kV]	750	-	170		
Applied Voltage	[kV]	325	325	70		
Creepage distance	[mm]	4800	4800	635		
Preliminary dimensions and weights						
Oil	[kg]	19000				
Untanking mass	[kg]	26000				
Total weight	[kg]	56000				
Length	[mm]	7600				
Width	[mm]	3950				
Height	[mm]	5200				

Figura 6 - Caratteristiche tecniche trasformatore A.T./M.T.

4.3 TRASFORMATORE M.T./B.T.

Il trasformatore in oggetto sarà installato internamente all'edificio di Sottostazione Utente. Il trasformatore, di potenza nominale 100 kVA, sarà isolato in resina, avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza nominale su avvolgimento secondario 100 kVA
- Rapporto di trasformazione 30±2x2,5% / 0,400 kV
- Isolamento in resina
- Tensione di corto circuito (Vcc): 6%
- Collegamento Dyn11

- Collegamento primario: triangolo
- Collegamento secondario: stella+neutro
- Adatti per installazioni all'interno
- Temperatura ambiente standard: 40°C
- Installazione standard: fino a 1000 m s.l.m.

4.4 QUADRO B.T. IN CORRENTE ALTERNATA

Sarà previsto un armadio, installato in opportuno locale tecnico dedicato, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi ed accessibilità frontale. Le principali caratteristiche del quadro:

- Tensione nominale: 1000 V
- Tensione di esercizio: 400/230 V
- Corrente nominale: 160 A
- Corrente di corto circuito: 10 kA
- Grado di protezione minimo: IP30

Indicativamente esso dovrà ospitare:

- Interruttore di arrivo dal trasformatore M.T./B.T., scatolato, con protezione magnetotermica, contatti ausiliari di segnalazione scatto ed equipaggiato con gruppo di misura composto da voltmetro ed amperometro;
- Interruttore di arrivo dal gruppo elettrogeno GE scatolato, con protezione magnetotermica, contatti ausiliari di segnalazione scatto, interbloccato con l'interruttore di arrivo del trasformatore M.T./B.T.;
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magneto-termica, contatto ausiliario di segnalazione posizione; alcuni interruttori saranno previsti con blocco differenziale 300 mA;
- n. 1 relè di minima tensione;
- n. 1 contatore statico multifunzione tipo FRER o equivalente classe 0,5, ad uso UTF, completo di morsettiera di prova, morsettiera di appoggio e certificazione di verifica / taratura fiscale UTF.

4.5 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di distribuzione costituito da:

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n. 1 inverter con by-pass completo di distribuzione 230 V CA (utenze privilegiate)
- n. 1 batteria di accumulatori al piombo tipo ermetico
- n. 1 quadro di distribuzione 110 V CC

4.6 GRUPPO ELETTROGENO

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati dalla rete e sarà presente, per le condizioni di emergenza, un gruppo elettrogeno di potenza massima 30 kVA. La commutazione rete – gruppo avverrà in automatico, in modo da non generare nessun parallelo con la Rete.

Scopo del Gruppo Elettrogeno sarà quello di alimentare le utenze B.T. nel caso di mancata tensione del trasformatore di distribuzione dei servizi ausiliari e sarà posizionato all'interno dell'edificio di stazione in apposito locale dedicato.

4.7 APPARECCHIATURE A.T.

A valle del trasformatore A.T./M.T. saranno collegate tra loro, con conduttori rigidi o flessibili in alluminio, tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione. A partire dal trasformatore è prevista la seguente disposizione elettromeccanica:

- n. 3 scaricatori di tensione con contascariche;
- n. 3 trasformatori di tensione induttivi;
- n. 3 trasformatori di corrente in SF6;
- n. 1 interruttore tripolare;
- n. 3 trasformatore di tensione capacitivo;
- n.1 sezionatore tripolare orizzontale con comando motorizzato e lame di messa a terra manuali.

Accanto al trasformatore di potenza, inoltre, saranno installati:

- n. 1 sostegno per il castelletto portasbarre in M.T.;
- n. 1 messa a terra del neutro del trasformatore A.T./M.T.

Le connessioni dei conduttori ai codoli delle varie apparecchiature A.T. saranno realizzate con morsetteria monometallica in lega di alluminio a profilo antieffluttivo, con serraggio a bulloni in acciaio inox. L'accoppiamento tra parti in rame e parti in alluminio sarà effettuato con applicazione di pasta antiossidante per migliorare il contatto e per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

Le strutture metalliche di sostegno alle apparecchiature A.T. saranno realizzate in tubi, profilati (HEA, UNP, etc...) e piastre in acciaio strutturale, zincate a caldo per la protezione dalla corrosione. L'acciaio impiegato sarà di qualità S275JR, a meno di ulteriori disposizioni in sede di progettazione esecutiva.

Le fondazioni per le apparecchiature saranno, al pari della vasca di fondazione del trasformatore A.T./M.T. e delle parti strutturali in c.a. dell'edificio di sottostazione, armate con barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C e gettate in opera ricorrendo a calcestruzzo con classe di resistenza minima Rck 35 N/mm², classe di esposizione XC2.

4.8 PALO T.L.C.

È prevista la connessione delle SSE Utente ad almeno due reti di telecomunicazione gestite da distinti operatori, realizzate in cavo o in etere.

La modalità di connessione in cavo prevede la predisposizione di appositi corrugati che, a partire dal nodo più vicino della rete telefonica/dati dell'operatore, raggiungono i locali tecnici di SSE, all'interno dei quali saranno cablate le infrastrutture di rete sopra richiamate.

Nel caso di connessione in etere può risultare necessaria l'installazione di un palo metallico per telecomunicazioni, di tipo poligonale autoportante, con struttura costituita da più tronchi pressopiegati a freddo e saldati longitudinalmente (in genere a 16 lati) di forma troncoconica, incastrati tramite martinetti idraulici. L'altezza modulare prevista sarà non inferiore a 18 metri.

L'ancoraggio alla fondazione, in c.a. gettato in opera, sarà assicurato da una gabbia di tirafondi annegata nel getto o per infilaggio del primo tronco metallico del palo nel getto medesimo. Il collegamento tra fusto di base e tirafondi sarà realizzato mediante apposita flangia.

La protezione superficiale sarà realizzata con zincatura a caldo.

4.9 RECINZIONE E CANCELLI DI ACCESSO

La recinzione perimetrale di sottostazione, di altezza complessiva fuori terra pari a circa 2,50 m, sarà ottenuta per giustapposizione di elementi prefabbricati "a pettine" in c.a. annegati nella parte sommitale di un muro pieno in calcestruzzo armato, realizzato in opera, di altezza 1,20 m circa.

La sottostazione sarà dotata di due accessi distinti: un accesso carrabile, di larghezza circa pari a 6m chiuso da cancello scorrevole, realizzato in profilati metallici e sostenuto da pilastri in c.a., dedicato all'accesso dei mezzi di lavoro per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria alle apparecchiature elettromeccaniche di sottostazione; un accesso pedonale, realizzato con cancello metallico ad anta, in comunicazione diretta con il piazzale di stazione.

4.10 SISTEMI AUSILIARI DI SOTTOSTAZIONE

La sottostazione elettrica sarà dotata di un sistema integrato antintrusione avente lo scopo di rilevare eventuali accessi non autorizzati alle aree interne. Esso sarà costituito da:

- telecamere a circuito chiuso (TVCC) del tipo fisso day-night, per visione diurna e notturna (con illuminatore ad infrarossi), installate su pali in vetro resina alloggiati in plinti portapalo contenenti il pozzetto di risalita cavi. Le videoregistrazioni saranno memorizzate in un sistema DVR fisicamente installato all'interno dell'edificio di sottostazione;
- sistema di barriere a microonde, posizionate in prossimità della parte interna della recinzione perimetrale di sottostazione.

I sistemi sopra descritti saranno collegati ad una centralina di controllo dalla quale, in caso di rilevamento di intrusione, sarà inviata una chiamata al centro di vigilanza privata ed al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

In caso di effrazione durante il periodo notturno, inoltre, l'impianto sarà illuminato a giorno dai proiettori luminosi. L'impianto di illuminazione esterno, installato sugli stessi pali in vetroresina di fissaggio delle telecamere del sistema di videosorveglianza oltre che sulla facciata interna dell'edificio di sottostazione, sarà costituito da proiettori LED direzionabili.

5 MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI

5.1 SCAVI

5.1.1 DEFINIZIONE DEL LAVORO

La presente specifica tecnica definisce le modalità per l'esecuzione di:

- scavi di sbancamento generale;
- scavi a sezione obbligata;
- attraversamenti e sottopassi con tecnologia no-dig.

Gli scavi in genere, eseguiti a mano o con mezzi meccanici, dovranno corrispondere ai disegni di progetto e alle particolari prescrizioni impartite all'atto esecutivo della D.L.

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

Gli scavi saranno eseguiti su terreno di qualsiasi natura e consistenza, anche bagnato o in presenza di acqua, ove occorra saranno preceduti da sgomberi superficiali, dall'abbattimento e dallo sgombero di arbusti e dalla estirpazione di radici e ceppaie, nonché dalla demolizione di residui di manufatti presenti in superficie o rinvenuti nel terreno, senza che all'Appaltatore competano particolari compensi oltre quelli stabiliti nei prezzi di elenco per gli scavi.

Qualora, nella esecuzione degli scavi o in attesa della esecuzione delle opere previste entro gli scavi stessi, per la natura del terreno, per il genere di lavoro e per qualsiasi altro motivo, si rendesse necessario puntellare, sbatacchiare od armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore vi dovrà provvedere di propria iniziativa e a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti, per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori e per evitare danni alle proprietà confinanti e alle persone.

L'Appaltatore provvederà allo scopo secondo norme e necessità, impiegando i mezzi più idonei e nel modo che riterrà migliore dal momento che sarà ritenuto in ogni caso unico responsabile di eventuali danni alle persone e alle cose e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza, dalla insufficienza o dalla poca solidità delle opere provvisorie adottate, dagli attrezzi adoperati e dalla poca diligenza nel sorvegliare gli operai, nonché alla inosservanza delle disposizioni vigenti in materia sui lavori pubblici e sulla polizia stradale.

L'Appaltatore, inoltre, resta obbligato a provvedere a sua cura e spese alla manutenzione degli scavi, allo sgombero dei materiali franati o comunque caduti negli stessi e al conseguente

ripristino delle sezioni e ciò indipendentemente dal tempo trascorso fra l'apertura degli scavi e il loro rinterro.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere di propria iniziativa e a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate e non si riversino negli scavi e a tale scopo provvederà a togliere ogni impedimento al regolare deflusso delle acque superficiali ricorrendo anche, ove necessario, all'apertura di fossi di guardia e di canali fuggatori. Inoltre, tanto durante le operazioni di scavo, quanta durante l'esecuzione dei lavori all'interno degli scavi stessi, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad assicurare il regolare ed immediato smaltimento delle acque di infiltrazione che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti dello scavo, procedendo, ove possibile da valle verso monte, in modo da favorire lo scolo naturale, ovvero ricorrendo all'esaurimento ed agottamento delle acque con i mezzi più opportuni, nel numero e delle portate sufficienti a mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, se non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio insindacabile delta D.L., per l'esecuzione di tombamenti, rinterri o per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere allontanare dal cantiere e portate a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore, alle pubbliche discariche ovvero su aree da procurarsi a cura e spese dell'Appaltatore. La gestione delle terre e delle rocce da scavo dovrà avvenire in conformità ai contenuti tecnici del Piano redatto ai sensi del D.P.R. n.120/2017.

In nessun caso le materie depositate dovranno riuscire di danno alle proprietà pubbliche o private confinanti, provocare frane, ostacolare il libero deflusso delle acque superficiali od intralciare il traffico delle strade pubbliche o private. La D.L. si riserva di fare allontanare immediatamente a spese dell'Appaltatore le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Durante l'esecuzione degli scavi che interferiscono con canalizzazioni o sottoservizi esistenti, l'Appaltatore, senza diritto a particolari compensi, dovrà adottare tutte le precauzioni e le disposizioni necessarie a garantire la perfetta funzionalità ed efficienza delle canalizzazioni e dei sottoservizi incontrati, secondo le richieste specifiche delle Amministrazioni e degli Enti proprietari delle medesime.

Analogamente, durante l'esecuzione degli scavi lungo le strade di ogni genere e categoria e per tutto il tempo in cui questi restano aperti, l'Appaltatore dovrà provvedere, di propria iniziativa e a sue spese, ad adottare ogni disposizione e precauzione necessaria per garantire la libertà e la sicurezza dei transito dei pedoni, degli animali e dei veicoli, restando in ogni caso unico responsabile di eventuali danni alle persone e alle case e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza o dalla insufficienza delle precauzioni adottate.

5.1.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi occorrenti per:

- spianamento o sistemazione del terreno;
- taglio di terrapieni, delle scarpate di trincee o di rilevati;
- formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, vespai, rampe incassate;
- apertura della sede stradale, di piazzali o di opere accessorie;
- formazione di vasche o per l'impianto di opere d'arte;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

In generale rientrano in questa categoria tutti i tagli a sezione larga che, pur non appartenendo alle categorie sopra richiamate, sono di ampiezza sufficiente a garantire l'accesso con rampa ai mezzi meccanici di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto di materie.

Le dimensioni di scavo dovranno corrispondere ai disegni di progetto ed alle particolari prescrizioni impartite in fase esecutiva dalla D.L.

Si dovrà asportare la terra vegetale, ove necessario, per la profondità preventivamente concordata con la D.L., senza mescolarla con il terreno sottostante. La terra vegetale sarà accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla D.L. per il riutilizzo nel sito di produzione secondo quanto previsto dal Piano redatto in conformità al D.P.R. n°120/2017.

Nelle aree che devono essere occupate da strutture o da pavimenti occorre rimuovere il terreno inconsistente, che non sarebbe facile consolidare. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere allo scavo temporaneo di scoli adeguati, al fine di evitare allagamenti dovuti alle acque piovane nelle zone di lavoro, oltre ai canali di scolo definitivi eventualmente previsti nei disegni.

È richiesta la rullatura mediante rulli statici o a piede di montone delle aree scavate fino a raggiungere la compattezza necessaria.

5.1.3 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Nella esecuzione degli scavi per la posa dei cavi dovrà essere rigorosamente rispettato l'andamento plano-altimetrico degli elaborati di progetto, ovvero stabilito all'atto della esecuzione dei lavori dalla D.L.

Le quote di fondo degli scavi dovranno assicurare un'altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore dei cavi non inferiore a m 1,10, fermo restando che la D.L. avrà facoltà insindacabile di disporre variazioni di profondità senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per avanzare richieste di compensi supplementari o applicazioni di prezzi diversi da quelli di elenco. Il fondo di scavo dovrà avere un aspetto ben spianato, senza spuntoni o infossature potenzialmente responsabili di danneggiamento dei cavi da interrare.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi. L'Appaltatore provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fagorici; analogamente l'Appaltatore dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle vigenti normative in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

Per il riempimento delle trincee di scavo, lo strato di fondo (entro cui saranno alloggiati i cavi M.T.) dovrà essere rinterrato ricorrendo a sabbia di cava per uno spessore di 30 cm, avendo cura di rimuovere ciottoli, pietre e schegge di roccia presenti all'interno della sabbia potenzialmente in grado di danneggiare il rivestimento dei cavi. Gli strati successivi saranno riempiti con i materiali provenienti dagli scavi, avendo cura (per gli scavi su terreno agricolo o su strade non asfaltate) di ripristinare il materiale originariamente presente in superficie (terreno vegetale o misto stabilizzato), accuratamente tenuto da parte durante le fasi iniziali dello scavo. Il ripristino dello strato di chiusura superficiale delle trincee di scavo in sede stradale avverrà in accordo alle indicazioni meglio esplicitate negli elaborati tecnici di progetto.

Qualora lungo le strade, di ogni genere e categoria, non fosse possibile depositare lateralmente alla trincea il materiale di scavo, suddetto materiale dovrà essere trasportato in luoghi più consoni indicati dalla D.L., per essere depositato temporaneamente e riutilizzato in fase di riempimento.

5.1.4 ATTRAVERSAMENTI E SOTTOPASSI CON TECNICA NO-DIG

Lungo il suo percorso, il cavidotto interrato in media tensione intersecherà infrastrutture interrate esistenti (condotte idriche, tombinamenti stradali, etc...) ed elementi di idrografia superficiale, come ramificazioni del reticolo idrografico (canalizzate) e un recapito finale di bacino endoreico. Il superamento delle condizioni di interferenza sarà reso possibile ricorrendo a tecnologie di posa "no-dig", nella cui famiglia rientrano le Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C.) o gli attraversamenti con "Spingi-tubo". Le tecnologie "no-dig" permettono di effettuare la posa,

l'esercizio e la manutenzione delle reti di sottoservizi riducendo al minimo lo scavo a cielo aperto, con il vantaggio di limitare:

- la movimentazione di materiale ed il quantitativo dello stesso da conferire a discarica;
- il traffico dei mezzi pesanti;
- la durata e la superficie complessiva di occupazione del suolo pubblico;
- l'effrazione del manto stradale;
- l'impatto sulla viabilità, migliorando nel contempo la sicurezza degli scavi;
- i rischi connessi alla sicurezza degli addetti ai lavori.

In particolare, la Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.), consiste nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante radio-controllo di una sonda montata in cima alla punta di perforazione. Ad una prima fase di perforazione del "foro pilota", fa seguito una seconda fase di allargamento del diametro del foro anzidetto tramite alesatori, con contestuale tesatura di un tubo camicia in PEAD entro cui saranno, infine, posati i cavi elettrici.

Lo "Spingi-tubo", invece, consiste in una trivellazione orizzontale non guidata con successiva infissione di tubi (controtubo o tubo camicia). Una volta realizzato l'attraversamento, che normalmente viene completato con due pozzetti in calcestruzzo armato – uno di monte e l'altro di valle – collocati in corrispondenza delle estremità del controtubo, all'interno del controtubo vengono fatti passare i cavi elettrici. Preliminarmente alla esecuzione dell'attraversamento, vengono predisposti due "pozzi", uno di partenza e l'altro di arrivo. Il pozzo di partenza viene realizzato ad adeguata distanza dall'opera da attraversare e funge da cameretta di spinta. Se il tubo camicia viene realizzato con tubazioni in acciaio, dalla direttrice inferiore del tubo alla platea di fondo della cameretta di spinta deve essere garantito un franco di 60 cm per consentire la realizzazione di saldature tra le tubazioni metalliche che, man mano, vengono spinte all'interno della trivellazione. Dalla cameretta di lancio, l'avanzamento delle tubazioni costituenti l'attraversamento avviene per mezzo di una centrale idraulica che, agendo con martinetti sull'ultimo elemento tubolare posizionato, fa progressivamente avanzare all'interno della micro-galleria tutti gli altri elementi tubolari posizionati precedentemente.

Man mano che lo scavo procede, i martinetti si ritirano consentendo l'inserimento progressivo di altri conci di tubazione in coda, fino al raggiungimento del pozzo di arrivo.

In sede di Conferenza di Servizi sarà richiesto parere di competenza a tutti gli Enti proprietari di infrastrutture e sottoservizi, allo scopo di puntualizzare l'eventuale presenza di ulteriori interferenze con le opere in progetto ed individuare le modalità risolutive più consone in relazione allo specifico caso individuato e/o segnalato.

Le eccedenze di materiale di scavo prodotte nel corso dei lavori saranno inviate ad impianti autorizzati al trattamento ed al recupero di terre e rocce da scavo, mentre il materiale di risulta delle demolizioni di elementi costituenti le infrastrutture stradali sarà gestito compatibilmente alle normative sulla gestione dei rifiuti.

5.2 OPERE CIVILI IN CEMENTO ARMATO E IN ACCIAIO STRUTTURALE

5.2.1 GENERALITÀ

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in progetto, devono rispondere ai requisiti indicati nelle NTC 2018 e nella relativa Circolare esplicativa n.7 del 21 gennaio 2019.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono

approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del “Certificato di Valutazione Tecnica”.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all’uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C). I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all’impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell’entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell’ambito dell’accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l’idoneità all’uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l’uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla *Relazione sui materiali* del progetto esecutivo. La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predispone, nell’ambito della *Relazione a struttura ultimata* di cui all’articolo 65 del DPR.380/01, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all’identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001;
- altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

5.2.2 CALCESTRUZZO

5.2.2.1 SPECIFICHE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo ai fini del controllo (secondo le prestazioni), se possiede le medesime caratteristiche prestazionali (classe di resistenza e classe di esposizione).

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo è articolato nelle seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare*, con cui determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo in accordo con le prescrizioni di progetto;
- *Controllo di produzione*, che riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo stesso.
- *Controllo di accettazione*, che riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo utilizzato per l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- *Prove complementari*, eseguite a completamento delle prove di accettazione, se ritenuto necessario.

L'Appaltatore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllato dal Direttore dei Lavori con le modalità riportate nel § 11.2. delle NTC 2018.

Durante l'esecuzione dei getti l'Appaltatore dovrà confezionare, con proprio personale, a proprie spese ed alla presenza del D.L. o di persona di sua fiducia, coppie di provini di calcestruzzo da sottoporre ai controlli di accettazione.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390- 7:2009.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito da parte dell'Appaltatore alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal D.L.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I contenuti minimi dei certificati di prova emessi dai laboratori sono riportati nel § 11.2.5.3 delle NTC 2018.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal D.L. e conformemente a quanto indicato nel § 11.2.6 in merito ai controlli della resistenza del calcestruzzo in opera. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche

prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Resta facoltà della D.L. richiedere in particolari fasi di costruzione o in particolari fasi di utilizzo eventuali prove complementari, in accordo al § 11.2.7.

5.2.2.2 COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

- **LEGANTI**: devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595. È escluso l'impiego di cementi alluminosi. I leganti idraulici, qualora immessi sul mercato da un distributore attraverso un centro di distribuzione, devono essere all'origine dotati della marcatura CE sopra richiamata. Il centro di distribuzione deve possedere un'autorizzazione all'uso di detta marcatura a dimostrazione che la conformità del prodotto marcato CE è stata mantenuta durante le fasi di trasporto, ricevimento, deposito, imballaggio e spedizione, unitamente alla sua qualità ed identità;
- **AGGREGATI**: devono impiegarsi aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055. Tutte le caratteristiche, la provenienza, la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione del D.L.;
- **AGGIUNTE E ADDITIVI**: nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non possono essere in nessun caso impiegate senza la preventiva approvazione del D.L. Se il loro utilizzo è richiesto dall'Appaltatore, questi vengono forniti dallo stesso a propria cura e spese;
- **ACQUA DI IMPASTO**: l'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003. È in ogni caso vietato l'uso di acqua di mare per i calcestruzzi armati e per tutte le strutture entro cui sono annegati elementi metallici suscettibili di corrosione.

5.2.2.3 POSA IN OPERA

La posa in opera del calcestruzzo strutturale dovrà seguire le *Linee Guida* aggiornate ed approvate con Decreto n.361/2017.

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, sarà stabilito un programma di verifiche comprendenti:

1. il coordinamento con la Direzione Lavori, con il progettista, con i laboratori esterni per ispezioni, verifiche, prelievi di campioni e prove a piè d'opera;
2. il coordinamento con i fornitori e subappaltatori, con il dovuto anticipo, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
3. nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
4. l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della distribuzione e compattazione del calcestruzzo, della protezione e maturazione della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto.

L'impresa esecutrice dovrà comunicare con dovuto anticipo al D.L. il programma dei getti indicando: il luogo di getto, la struttura interessata dal getto, la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

L'effettivo inizio del getto avrà luogo dopo che il D.L. avrà verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- la stesura del disarmante sul rivestimento delle casseforme o l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti, quali tavole o pannelli multistrato di legno non trattato, dei rivestimenti delle casseforme.

La posa in opera dovrà tenere conto delle seguenti prescrizioni/indicazioni:

- **TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO FRESCO**: il trasporto del calcestruzzo, dal sito di confezione al luogo d'impiego, deve essere effettuato con mezzi adeguati a garantire il mantenimento delle prestazioni previste nel progetto, attesa la notevole influenza che

possono avere in tal senso i sistemi e le modalità di produzione e trasporto (autobetoniera o autocarro cassonato). In ogni caso deve essere pertanto evitata l'esposizione diretta del calcestruzzo a forte irraggiamento solare o pioggia durante il trasporto, la cui durata deve inoltre essere compresa all'interno del tempo di mantenimento della lavorabilità del calcestruzzo considerato dalla fine del confezionamento del calcestruzzo all'impianto di betonaggio. In mancanza della prescrizione sul tempo di mantenimento della lavorabilità, il calcestruzzo dovrà essere messo in opera entro e non oltre due ore dal confezionamento;

- **GETTO DEL CONGLOMERATO**: il getto dovrà essere eseguito con tutte le attrezzature e gli accorgimenti necessari ad evitare la segregazione degli inerti. L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di distribuzione e getto, non dovrà eccedere i 50-80 cm. Lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non dovrà essere superiore a 30 cm. Dovranno essere evitati scarichi di calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, per non generare segregazione degli inerti dalla pasta cementizia. Nei getti in presenza d'acqua dovranno essere adottati accorgimenti atti ad impedire il dilavamento del calcestruzzo, definendo con la D.L. mezzi d'opera e tecniche di posa adeguate allo scopo;
- **RIPRESE DI GETTO**: i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Sarà opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie deve essere scalfita e pulita da eventuali detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie;
- **COMPATTAZIONE DEL CALCESTRUZZO**: è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Salvo diverse indicazioni fornite in sede di progettazione esecutiva o prescritte dalla D.L., si ricorrerà a tecniche di compattazione mediante vibrazione interna. I vibratori interni, costituiti da una sonda o un ago, avranno raggio d'azione variabile tra 0,2 e 0,6 m (in relazione al diametro) e frequenza di vibrazione compresa tra 90 e 250 Hz. La distanza tra due punti adiacenti di inserimento dell'ago di vibrazione dovrà essere: circa 30 cm, per diametri

dell'ago inferiore a 40 mm; circa 40 cm, per diametri dell'ago tra 40 e 60 mm; circa 70 cm per diametri dell'ago superiori a 60 mm.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante sarà introdotto verticalmente e spostato da punto a punto del calcestruzzo con tempi di permanenza tra 5 e 30 sec dipendenti dalla classe di consistenza del calcestruzzo. L'estrazione dell'ago dovrà avvenire gradualmente in modo da garantire la richiusura del foro da esso lasciato. L'ago dovrà essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile, in modo da ottenere un adeguato legame tra gli strati impedendo la formazione di un "giunto freddo" tra due strati di getti sovrapposti;

- **MATURAZIONE DEL CONGLOMERATO**: dopo la messa in opera e la compattazione, il calcestruzzo deve essere maturato e protetto dall'essiccamento. La maturazione comprende i processi durante i quali il calcestruzzo fresco sviluppa gradualmente le sue proprietà per effetto della progressiva idratazione del cemento. L'Appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della maturazione. Si raccomanda, in particolare:
 - a) la permanenza entro casseri del conglomerato (almeno 3 giorni salvo prescrizioni specifiche del calcestruzzo);
 - b) l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di "curing");
 - c) l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
 - d) la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
 - e) la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
 - f) la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua;
- **DISARMO**: il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la D.L. che deve attenersi alle indicazioni previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti e alle condizioni ambientali. Prima che le casseforme possano essere rimosse, il calcestruzzo deve aver raggiunto una resistenza sufficiente ad auto-portarsi ed a resistere ad eventuali danni meccanici durante il disarmo delle stesse casseforme, sopportando le azioni applicate, evitando che le deformazioni superino le tolleranze specificate e resistendo ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo. Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

5.2.3 ACCIAIO

5.2.3.1 GENERALITÀ E CONTROLLI

Le NTC2018 stabiliscono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

Ogni fornitura in cantiere di elementi pre-saldati, pre-sagomati o pre-assemblati, proveniente da un Centro di trasformazione, deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;
- c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura.

Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere dovranno essere effettuati i controlli di accettazione in cantiere, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n.380/2011. Le modalità di esecuzione dei controlli dovranno essere eseguite in conformità alle NTC2018.

5.2.3.2 MODALITÀ DI LAVORAZIONE, GIUNZIONE E UNIONE DI CARPENTERIE METALLICHE

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite con dispositivi agenti per pressione. Eventuali interventi a caldo, se ammessi, non dovranno generare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente (cesoia) o ad ossigeno, purché regolari. I tagli irregolari, invece, dovranno essere rifiniti con smerigliatrice.

Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno essere eseguiti con trapano, con diametro inferiore di almeno 3 mm rispetto a quello definitivo, da allargare e poi rifinire con trapano e alesatore, ma senza l'utilizzo della fiamma.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni di officina all'atto dell'alesatura dei fori.

Saranno previste le seguenti modalità di unione e giunzione:

- a) Unioni saldate: tali unioni potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti preventivamente approvati dalla D.L. I procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base. La preparazione dei lembi da saldate sarà effettuata mediante macchina

utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità. Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base. Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve e vento, salvo l'uso di speciali precauzioni;

- b) Unioni bullonate: tali unioni dovranno sempre essere precedute dalla perfetta pulizia delle superfici di combaciamento, mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi. Si dovrà sempre fare uso di rosette e, nelle unioni con bulloni normali esposte a vibrazioni o inversioni degli sforzi, si dovranno impiegare controdadi o rosette elastiche. Nelle unioni ad attrito le rosette dovranno avere uno smusso a 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno; gli smussi dovranno essere rivolti, nel montaggio, verso la testa della vite o verso il dado. Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi di manometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%;
- c) Unioni chiodate: tali unioni saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodate, previamente ripuliti. I chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice od elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori. A fine ribaditura dovranno ancora essere di colore rosso scuro. Le teste ottenute con la ribaditura dovranno risultare ben centrate sul fusto, ben nutrite alla loro base, prive di screpolature e ben combacianti con la superficie dei pezzi; dovranno poi essere liberate dalle bavature mediante scalpello curve, senza intaccare i pezzi chiodati.

5.3 OPERE STRADALI INTERNE DI IMPIANTO

La viabilità interna all'impianto fotovoltaico sarà destinata principalmente al transito dei mezzi d'opera in fase di costruzione, gestione e manutenzione dell'impianto.

Lo sviluppo altimetrico della viabilità asseconderà l'orografia pianeggiante attuale dei luoghi. Allo scopo di non modificare la morfologia superficiale del sito e di non alterare la funzionalità idraulica delle aree, il layout della viabilità di servizio interna all'impianto è stato orientato, ove consentito, al riutilizzo delle strade bianche sterrate attualmente esistenti entro il confine di proprietà, prevedendo su queste ultime degli interventi di ampliamento della larghezza della sede stradale, con passaggio

da una larghezza di circa 2,50 m mediamente presente allo stato attuale, ai 4,00 m di larghezza di progetto.

In generale, il recupero di gran parte dell'assetto viario preesistente all'intervento di costruzione in progetto comporterà una sensibile riduzione degli interventi di scavo e di apporto di materiali aridi di cava, contenendo gli impatti ambientali prodotti dalla realizzazione di nuove opere.

La struttura delle strade sarà realizzata in materiale arido compattato meccanicamente, proveniente da cave di prestito. Allo scopo di non modificare la morfologia superficiale dei terreni di impianto, sarà realizzato uno scavo di scotico dello spessore medio di 30 cm seguito da compattazione meccanica del terreno di fondo scavo, sul quale saranno apportati equivalenti spessori di materiale di riporto al fine di ripristinare la quota originaria del terreno ante operam. Sul fondo dello scavo, preliminarmente regolarizzato asportando eventuali radici, sassi o detriti e opportunamente rullato e compattato, parallelamente alla direzione longitudinale dell'asse stradale sarà opzionalmente steso un geotessile (TNT) per applicazioni stradali, avente funzione di separazione, filtrazione e protezione alla base del pacchetto stradale di riporto.

Nella realizzazione del pacchetto stradale, lo strato di base (spessore medio 20 cm) sarà costituito da materiale arido di cava compattato caratterizzato da una granulometria degli inerti più grossolana (20÷200 mm). Lo strato superficiale, invece, per uno spessore medio di 10 cm sarà costituito da materiale arido di cava compattato, caratterizzato da una granulometria degli inerti meno grossolana (0÷100 mm).

Le fasi esecutive dovranno consistere in:

- sfalcio di vegetazione spontanea lungo il tracciato di progetto della sede viaria;
- rullatura e compattazione meccanica del terreno vegetale superficiale, con regolarizzazione delle asperità;
- stesura, in direzione longitudinale all'asse stradale, di un telo in materiale geocomposito per applicazioni stradali, con funzione di separazione e rinforzo di base del manufatto finale, di riduzione dei cedimenti e riduzione delle dispersioni di materiali inerti nel sottofondo vegetale;
- trasporto, scarico e compattazione meccanica, per uno spessore di 15 cm, di inerti lapidei provenienti da cave di prestito o rinvenienti dagli scavi dei cavidotti e delle opere di fondazione in progetto;
- trasporto, scarico e compattazione meccanica, per uno spessore medio di 10 cm, di uno strato di materiale lapideo avente pezzatura più fine proveniente da cave di prestito.

A stesura e compattazione ultimata, il materiale dovrà presentarsi perfettamente omogeneo, senza aree incoerenti o non uniformi da un punto di vista granulometrico. Qualsiasi area non conforme alle

condizioni specificate nel Capitolato Speciale di Appalto redatto in sede di progettazione esecutiva dovrà essere sottoposta ad opportuno adeguamento in sede di realizzazione delle opere.