

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 18,31 MWp – POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW
Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BELMONTE PV) S.R.L.
Viale SHAKESPEARE, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 16376251001 – REA RM - 1653235

PROGETTISTA:

ING. GIULIA GIOMBINI
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo al n. A-1009

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
06/2022	0	Prima emissione	MSA	GG	G. Calzolari

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	2 di 49

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO	5
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	7
3.1 DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	7
3.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO	7
Descrizione delle opere	8
4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE	10
4.1 DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA	10
4.2 MODULI FV	11
Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli fotovoltaici	11
Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico	11
Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto	12
4.3 INVERTER	14
4.4 POWER STATION	16
4.5 QUADRI BT E MT CABINA UTENTE	21
Quadro servizi ausiliari	21
Quadro di parallelo in corrente alternata	22
4.6 CAVI DI POTENZA MT E BT	22
4.7 TRASFORMATORE BT/MT PER L'ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI DELLA CABINA PRINCIPALE MT ...	25
4.8 PERFORMANCE IMPIANTO E MISURE DI IRRAGGIAMENTO	26
Valutazione delle prestazioni in energia	27
Valutazione delle prestazioni in potenza	27
4.9 NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	28
4.10 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO	29
Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli	29
4.11 RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO	30
Sovratensioni	31
4.12 ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE SCADA E TELECONTROLLO	31
Cavi di controllo e TLC	33
Monitoraggio ambientale	33
4.13 SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE	33
4.13 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	34
5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI	35
5.1 ALLESTIMENTO CANTIERE	35
5.2 MOVIMENTI TERRA	36
5.3 FONDAZIONI E STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI	37
5.4 FONDAZIONI CABINE	38
5.5 CALCESTRUZZO	38

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	3 di 49

Acciaio per calcestruzzo	39
Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)	39
Copriferro	39
5.6 RECINZIONE	40
Cancello di accesso.....	41
5.7 ANALISI IDRAULICA	41
Tratti tombinati	41
Fossi di drenaggio drenanti.....	41
Scarichi rete.....	43
5.8 VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO.....	43
6. RIFERIMENTI NORMATIVI	44

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	4 di 49

1. PREMESSA

TEP Renewables (Belmonte PV) S.r.l. è una società del Gruppo TEP Renewables. Il gruppo, con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili in Europa e nelle Americhe, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali. La filiale italiana del gruppo, TEP Renewables (ITALIA) S.r.l., è stata costituita nel marzo del 2019 per poter contribuire, con la propria esperienza e capacità realizzativa, allo sviluppo del settore delle energie rinnovabili in un mercato importante come quello italiano.

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico nei comuni di Belmonte Piceno (FM) e Servigliano (FM) di potenza nominale pari a 18,31 MWp su un'area di circa 39,7 [ha] complessivi. Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali su strutture mobili sospese (tracker) di tipo mono-assiale ancorate a terra mediante pali infissi nel terreno. La distanza ("pitch") di interasse tra le file di tracker è pari a 10 metri e i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	5 di 49

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area di intervento ricade parzialmente nel comune di Belmonte Piceno (FM) e parzialmente nel comune di Servigliano (FM), in un terreno agricolo a circa 2 km a sud-ovest e a circa 2 km a est del centro abitato di Servigliano. Il sito, distante circa 27 km in linea d'aria dalla costa adriatica, è facilmente raggiungibile attraverso le vie di comunicazione esistenti in quanto costeggiato a nord dalla strada provinciale SP42 e a sud dalla SP53. L'area di impianto è sufficientemente pianeggiante e caratterizzata da un buon irraggiamento solare.



Figura 2-1: inquadramento territoriale

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	6 di 49

La connessione dell'impianto alla rete pubblica prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

1. Costruzione nr. 1 linea in cavo aereo a 20 kV dalla cabina di consegna 1 fino alla CP "Belmonte Ovest", della lunghezza di circa 70 m.
2. Costruzione nr. 2 linee a 20 kV in cavo interrato per circa 50 m (in scavo comune) e in cavo aereo per circa 570 m dalle cabine di consegna 2-3 fino alla CP "Belmonte Ovest".
3. Costruzione elettrodotto AT a 132 kV per connessione della CP "Belmonte Ovest" alla nuova SE RTN di smistamento 132 kV.
4. Raccordo alla nuova SE di smistamento delle linee 132 kV provenienti dalla CP "Belmonte", dalla CP "Abbadia".

Le aree scelte per l'installazione dell'impianto fotovoltaico sono interamente contenute all'interno di proprietà private (vedasi doc. n. 21-00014-IT-BELMONTE_PG-R05_Rev0 - "Piano Particellare e disponibilità"), su cui TEP Renewables (Belmonte PV) S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie. Le superfici deputate all'installazione del parco agrivoltaico in oggetto (illustrate nelle figure seguenti) risultano essere adatte allo scopo, presentando una buona esposizione. Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da massimizzare il rendimento annuo in termini di produttività da fonte solare.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	7 di 49

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

3.1 DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

La centrale di generazione fotovoltaica, con potenza nominale in DC di 18,31 MWp, sarà costituita dai seguenti elementi principali:

- N. 3 cabine di consegna MT, di cui una posizionata in prossimità dell'accesso a Nord dell'impianto e le altre due posizionate (in modo affiancato) in corrispondenza dell'accesso ubicato circa a metà dell'estensione longitudinale dell'area di impianto.
- N. 9 Power Station (PS) o cabine "di conversione e trasformazione" aventi la funzione principale di effettuare il parallelo AC degli inverter di campo ed elevare il livello di tensione da bassa tensione (BT) a media tensione (MT);
- N. 33600 moduli fotovoltaici raggruppati in 9 sottocampi PV, ovvero gruppi di stringhe installate su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker (inseguitori) fondate su pali infissi nel terreno;

La centrale sarà completata da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dalla fonte solare e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto consentirà di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). In caso di mancanza prolungata dell'alimentazione dalla rete (per guasti e/o manutenzione della stessa), tutti i carichi ausiliari indispensabili verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza (ad es. un generatore diesel).

Nel seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per le informazioni tecniche di maggior dettaglio si rimanda agli elaborati di progetto specificamente richiamati.

3.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO

La centrale fotovoltaica sarà suddivisa in N° 3 sezioni/lotti, ciascuna delle quali afferente ad una propria cabina di consegna, per una potenza in immissione complessiva pari a 15 MW. Le 3 cabine saranno connesse alla rete di Distribuzione ciascuna mediante linea aerea dedicata a 20 kV, di lunghezza massima pari a circa 150 m, che confluirà nella nuova Cabina Primaria "Belmonte Ovest" (da costruirsi in un'area limitrofa all'impianto stesso). La soluzione tecnica di allacciamento definita dal Distributore prevede inoltre il collegamento della CP ad una nuova Stazione Elettrica (SE) RTN di smistamento a 132 kV da realizzarsi a circa 3 km in linea d'aria a Ovest del parco agrivoltaico.

Nella realizzazione della connessione, in aderenza alla Norma CEI-016, saranno rispettate le seguenti condizioni:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	8 di 49

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che:

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea MT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Nelle cabine di consegna (una per ciascun lotto di impianto) saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; in particolare, nelle stesse sarà localizzato il misuratore fiscale (bidirezionale) dell'energia scambiata sul punto di consegna (POD), e le protezioni (generale DG e di interfaccia DI) richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete TERNA. Tutta la potenza generata dall'impianto fotovoltaico verrà ceduta in rete attraverso i suddetti sistemi.

La centrale fotovoltaica, attraverso gli appositi componenti di interfaccia/comunicazione (RTU/UPDM) installati nelle cabine di consegna, scambierà con il sistema di controllo della Rete Nazionale i segnali di stato e i comandi relativi al funzionamento dell'impianto (potenza attiva, reattiva, tensione, frequenza, fattore di potenza, performance di produzione, tele-distacco, ecc.) Tutti i parametri rilevanti dell'impianto FV - come correnti e tensioni (DC) di stringa, correnti (AC) prodotte dalle power station, ecc. - saranno continuamente monitorati da un sistema SCADA dedicato; in caso di guasto di un componente, questo dovrà essere opportunamente segnalato in Sala Controllo su un'apposita interfaccia operatore (HMI).

Descrizione delle opere

Per la realizzazione della centrale fotovoltaica, si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Generatori (sottocampi) fotovoltaici;
- Cabine di trasformazione dell'energia elettrica BT/MT (Power Station);

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	9 di 49

- Impianto di connessione alla rete elettrica MT di Distribuzione (cabine di consegna);
- Distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto di illuminazione ordinaria: locali tecnici ed illuminazione esterna,
- Impianto di allarme (antintrusione);
- Impianto di videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificamente, è previsto (per ciascun lotto):

- Posa in opera di una cabina MT Utente a 20 kV interna al campo fotovoltaico, in prossimità della cabina di consegna;
- Posa in opera di cabine di campo (Power Station), una per ciascun sottocampo, allestite in container pre-assemblato;
- Posa in opera, all'interno della cabina Utente MT, di trasformatori in olio (per servizi ausiliari);
- Posa in opera di quadri elettrici in MT e BT;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica MT e BT.
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione f.e.m., per relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti autoalimentati, e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di civili di fondazione per cabine e locali tecnici.
- Posa delle condutture di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensiva della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da una un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centralina video, delle telecamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione di un sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	10 di 49

4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di distribuzione pubblica. Nel suo complesso è costituito da un insediamento di strutture di sostegno dei moduli e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'impianto, di tipo grid-connected, sarà collegato alla Rete Elettrica nazionale con una connessione trifase in media tensione.

4.1 DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito, per ciascun lotto, da:

- cabina elettrica principale di distribuzione, denominata cabina generale MT
- Power Station (PS), costituite a loro volta da:
 - quadro ausiliari BT di cabina;
 - trasformatore BT/MT;
 - quadro MT con almeno 3 celle di media tensione fino a 20 kV;
 - impianti elettrici di distribuzione a 20 kV;
- Inverter di stringa;
- Trasformatori per i carichi elettrici ausiliari;
- Dispositivi di sezionamento, celle e cavi fino a 20 kV;
- Quadri elettrici in corrente alternata (quadri di potenza, comando, misure, protezioni, segnalazione, ausiliari e controllo, eccetera);
- Quadro di distribuzione rami in Media Tensione 20 kV (nella cabina MT Utente);
- Quadri di bassa tensione;
- Impianti luce e FM nelle Cabine (MT e PSx);
- Impianto di illuminazione delle principali aree esterne, cabine ed accessi;
- Impianto di illuminazione di emergenza interna alle cabine;
- Linee elettriche di media e bassa tensione;
- Sistemi di supervisione, telegestione e controllo e impianti in fibra ottica;
- Impianto di ventilazione e/o condizionamento della cabina MT e delle cabine di campo PSx;
- Impianto di rivelazione incendio in tutti i locali;
- Cavedi e canalizzazioni;
- Impianto di terra;
- Accessori (segnaletica antinfortunistica, estintori, ecc.);
- Impianti SCADA e Power Plant Controller (PPC).

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	11 di 49

4.2 MODULI FV

Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 72 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 545 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica. È realizzata assemblando, in sequenza, diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato, come di seguito descritto:

- Doppio vetro temperato con trattamento antiriflesso;
- EVA (etilene vinil-acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino;
- EVA trasparente;
- strato trasparente (vetroso o polimerico) con trattamento antiriflesso.

Il modulo selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- certificazione TUV su base UL 61730;
- cavi pre-cablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP68 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, riportanti le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza nominale complessiva pari a 18,31 MWp, verrà realizzato installando moduli fotovoltaici con tecnologia bifacciale su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker).

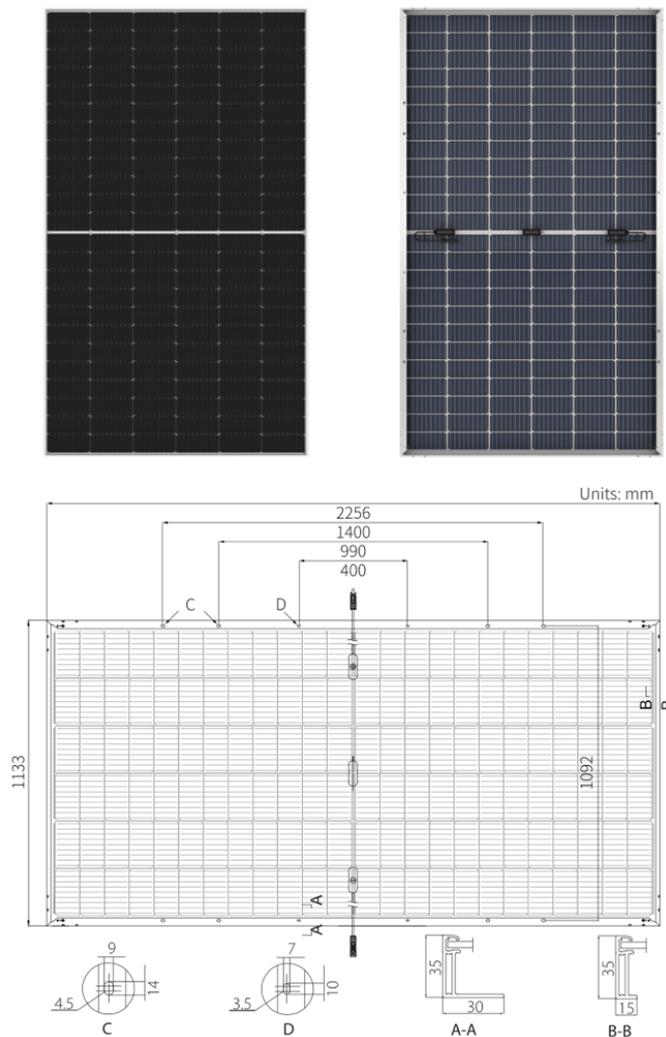
I pannelli fotovoltaici saranno raggruppati in stringhe connesse a inverter di stringa distribuiti in campo, capaci di convertire l'energia elettrica dalla forma in corrente continua (DC) a quella in corrente alternata (AC), convogliandola alle Cabine di Campo (Power Station). L'impianto verrà strutturato in 9 sottocampi, ciascuno servito da una Power Station con il compito di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 20 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di consegna.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev. 0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag. 12 di 49

Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

I moduli identificati in progetto sono di nuova generazione adatti per connessioni in serie fino ad una tensione di stringa di 1500V. I moduli di nuova generazione sono in grado di fornire una maggiore potenza per unità di superficie. Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

Figura 4.1 - Modulo fotovoltaico tipo: LR5-72HBD-545M



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	13 di 49

Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

Figura 4.2 - Dati costruttivi moduli fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- Almeno 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80 %;
- 12 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90 %;
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Certificati: IEC 61215 & IEC 61730-2 IEC 61701, IEC 62716, IEC 62084 [max voltage: 1500V DC – application Class A];
- OHSAS 18001:2007 - UNI EN ISO 14001:2004;
- Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del consorzio a cui aderisce;
- Marcatura CE.

Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%		LR5-72HBD-545M	
	LR5-72HBD-525M	LR5-72HBD-530M	LR5-72HBD-535M	LR5-72HBD-540M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	
Module Type	LR5-72HBD-525M	LR5-72HBD-530M	LR5-72HBD-535M	LR5-72HBD-540M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	LR5-72HBD-545M	
Testing Condition	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	STC NOCT	
Maximum Power (Pmax/W)	525 392.1	530 395.8	535 399.5	540 403.3	545 407.0	545 407.0	545 407.0	545 407.0	545 407.0	
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05 45.89	49.20 46.03	49.35 46.17	49.50 46.31	49.65 46.46	49.65 46.46	49.65 46.46	49.65 46.46	49.65 46.46	
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65 11.03	13.71 11.08	13.78 11.14	13.85 11.19	13.92 11.24	13.92 11.24	13.92 11.24	13.92 11.24	13.92 11.24	
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20 38.41	41.35 38.55	41.50 38.69	41.65 38.83	41.80 38.97	41.80 38.97	41.80 38.97	41.80 38.97	41.80 38.97	
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75 10.21	12.82 10.27	12.90 10.33	12.97 10.39	13.04 10.44	13.04 10.44	13.04 10.44	13.04 10.44	13.04 10.44	
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	

Figura 4.3 - Caratteristiche Elettriche di funzionamento tipo: LR5-72HBD-545M.

I moduli saranno connessi in serie per mezzo dei cavi isolati in rame, precablati alla junction-box di ciascun pannello, in modo tale da formare stringhe da 28 moduli collegate agli inverter di campo. È stato previsto un sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli e dei dispositivi posti sul campo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	14 di 49

4.3 INVERTER

Gli inverter solari hanno la funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico dalla forma in corrente continua (DC) a quella in corrente alternata (AC). Tali dispositivi, agendo come generatori di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita sul lato AC della rete. I gruppi di conversione sono di tipo statico a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, la formazione di condensa all'interno dell'involucro; ciò viene garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche. Il modello di convertitore – da installare in outdoor – avrà grado di protezione IP66 per garantire la necessaria resistenza agli agenti atmosferici (in particolare all'ingresso di acqua meteorica e polveri). Gli inverter saranno dotati di funzionalità di auto-diagnostica in grado di inibirne il funzionamento in caso di guasto, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

I convertitori selezionati, della tipologia di stringa, avranno potenza nominale di 215 kVA e saranno tutti dello stesso tipo in termini di potenza e caratteristiche, per consentire l'intercambiabilità tra loro. Vengono collegati a stringhe di pannelli consentendo di non inficiare l'utilizzo delle altre in caso di ombreggiamenti ai pannelli di una stringa. Inoltre, tale configurazione indipendente, consente una settorializzazione totale dell'impianto, utile per favorire la continuità di servizio, in caso di guasti/riparazione e nelle operazioni di manutenzione. Si prevede di impiegare, in particolare, i modelli "SUN2000-215KTL-H0" della Huawei o similare.

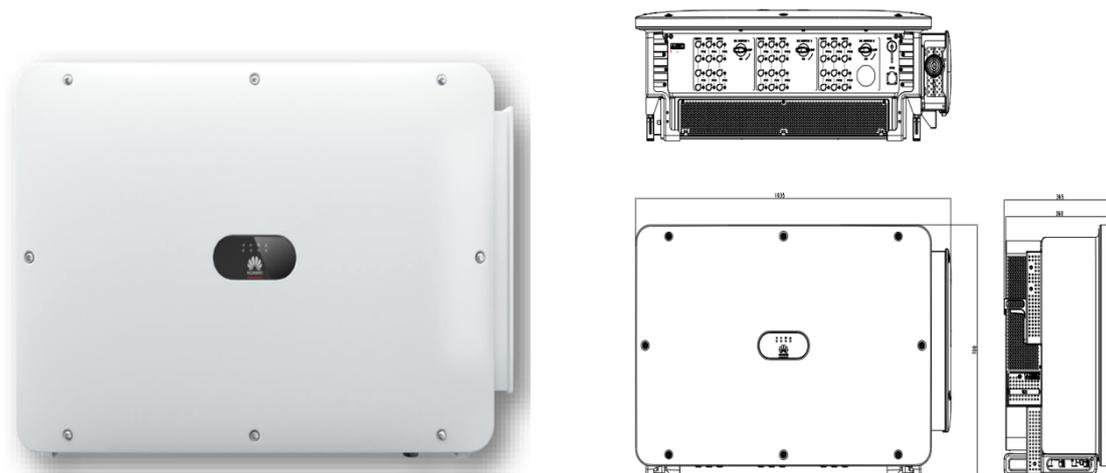


Figura 4.4 – Modulo inverter di stringa tipo SUN2000-215KTL-H0.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	15 di 49

SUN2000-215KTL-H0	
Technical Specifications	
Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 4.5 – Datasheet inverter di stringa.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	16 di 49

4.4 POWER STATION

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la funzione di convertire l'energia in corrente continua (DC) prodotta dai moduli fotovoltaici nella forma in corrente alternata (AC) e al tempo stesso elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT) per consentire il convogliamento dell'energia verso il punto di consegna su lunghe distanze riducendo le perdite per effetto Joule. Le cabine saranno costituite da un package pre-cablato e preassemblato e progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. L'apparato avrà le dimensioni riportate nel doc. 21-00014-IT-BELMONTE_PI-T10 "Cabine di campo (Power Station)" e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni. Le cabine saranno interconnesse tra di loro da una rete di distribuzione interna in MT in configurazione radiale e saranno ubicate in posizione per quanto possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici; in queste saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter di campo, che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dalle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.

È previsto, in particolare l'impiego di nr. 9 cabine con taglie di potenza da 800 kVA fino a 2.000 kVA (per i dettagli di dimensionamento, si veda il doc. 21-00014-IT-BELMONTE_PI-T03 "Schema elettrico unifilare impianto FV"). Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

All'interno del sistema saranno presenti:

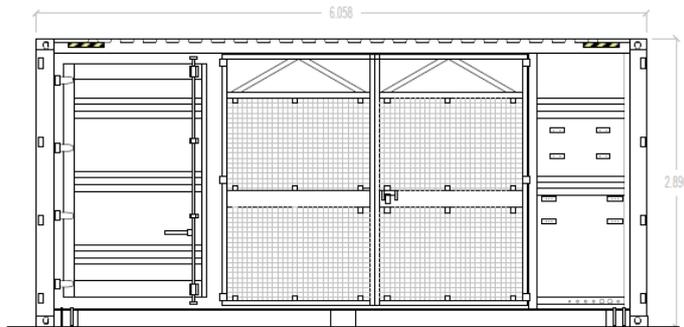
- Trasformatore BT/MT;
- Quadro di Bassa Tensione (QBT) per il parallelo degli inverter di stringa;
- Quadro di Media Tensione, per l'interconnessione della cabina alla rete di campo in MT;
- Quadro Ausiliari, per i servizi ausiliari di cabina;
- Sistema di dissipazione del calore;
- Dotazioni di sicurezza;
- UPS per servizi ausiliari;
- Rilevatore di fumo;
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET.

Infine, per ciascuna Power Station sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 4 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza pari a 2,5 m.

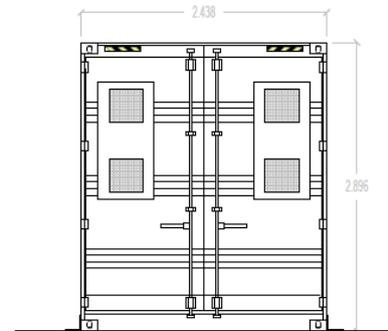
Per il prospetto indicativo si veda la figura sotto riportata e per i dettagli tecnici si rimanda all'elaborato doc. 21-00014-IT-BELMONTE_PI-T10 "Cabine di campo (Power Station)".

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev. 0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag. 17 di 49

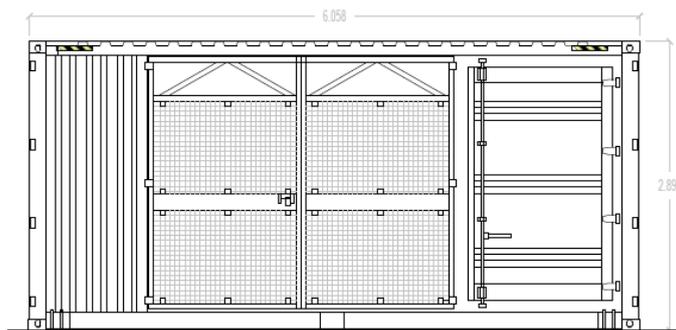
PROSPETTI



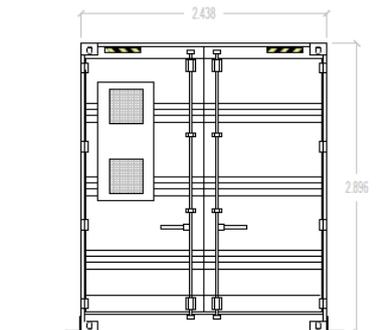
VISTA 1



VISTA 3



VISTA 2



VISTA 4

Figura 5-3: Tipologico Power Station

già indicate nelle specifiche tecniche dedicate.

Dotazioni minime:

- Quadro di parallelo inverter, con interruttore automatico generale (indicativamente da 2000 A) completo di bobina di sgancio;
- Monitoraggio e comando remoto via RS485;
- Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura energia prodotta.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	18 di 49

STS-3000K-H1



Figura 4.6 - Power Station tipo: STS-3000K-H1

Le cabine vengono utilizzate sono del tipo monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio o calcestruzzo, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie. Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato. L'elemento di copertura sarò munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

La PS sarà dotata principalmente di uno o due quadri in CC, un quadro in BT, il trasformatore BT/MT con rapporto di trasformazione 0,57 kV (o diverso valore del secondario in funzione del livello di tensione di uscita dell'inverter) /20kV e gli interruttori in MT fino 20 kV. Nel seguito si riporta il datasheet della Power Station scelta.

All'interno del sistema sono inclusi:

- Quadri di parallelo in corrente alternata per il collegamento in parallelo degli inverter, dotati di interruttore generale automatico e contatore fiscale di produzione;
- Trasformatore BT/MT con tensione fino a 20 kV con isolamento in olio, con potenze di 1600 kVA
- Celle di media tensione fino a 20 kV;
- Quadro servizi ausiliari in BT 0,4 kV;
- Sistema di dissipazione del calore tramite ventilatori;
- Impianto elettrico completo (cavi di alimentazione, illuminazione, prese elettriche, messa a terra della rete, etc);
- Dotazioni di sicurezza;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	19 di 49

- Trasformatore di isolamento BT/BT a secco per alimentazione quadro servizi ausiliari BT-AUX;
- UPS per i servizi ausiliari e relative batterie.
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET;
- Unita RTU per connessione a SCADA e Plant controller.

Tali sistemi elettrici saranno dotati di interfacce di connessione con il sistema di comunicazione e collegati al sistema di supervisione.

Al fine di garantire la continuità di servizio per i circuiti ausiliari delle apparecchiature installate nella Power Station, si prevede l'installazione di un gruppo statico di continuità indicativamente da 5 kVA; con riserva di carica per la specifica gestione del riarmo delle bobine di minima tensione, inserite nelle celle di Media tensione, così come prescritto dalla Normativa CEI- 0/16.

In particolare, si riportano di seguito le descrizioni dei trasformatori MT/BT e degli interruttori in MT quali principali componenti delle PS.



IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 18,31 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW
Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)

Rev.

0

21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03
DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI

Pag.

20 di 49

STS-3000K-H1, Ecodesign Technical Specifications

Input							
Available Inverters	SUN2000-185KTL-H1						
AC Power	3,150 kVA @40°C / 2,700 kVA @50°C ¹						
Max. Inverters Quantity	18						
Rated Input Voltage	800 V						
Max. Input Current at Nominal Voltage	2428 A						
LV Panel Type	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 1*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 1*18 pcs)						
Output							
Rated Output Voltage	10 kV	20 kV	22 kV	30 kV	33 kV	34.5 kV	35 kV
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type						
Tappings	± 2 x 2.5%						
Transformer Oil Type	Mineral Oil						
Transformer Vector Group	Dy11						
Minimum Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1						
Transformer Load Losses	27.5 kW	27.5 kW	27.5 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW
Transformer No-load Losses	2.2 kW	2.2 kW	2.2 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW
Impedance	7% (0 ~ +10%) @3150 kVA						
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Feeders						
Auxiliary Transformer	5 kVA, Dyn11, Ratio Varies according to Customization						
Protection							
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54						
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s						
LV SPD	Type I+II						
General							
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)						
Weight	< 15 t						
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ² (-13°F ~ 140°F)						
Relative Humidity	0% ~ 95%						
Max. Operating Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2500 m	2000 m
Applicable Standards	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 61439-1						
Features							
Auxiliary Transformer(50 kVA, Dyn11)	Optional ³ , Ratio Varies according to Customization						
1.5 kVA UPS	Optional ³						
Updated to CVC or CCV MV Switchgear	Optional ³						
IMD	Optional ³						
STS Interlocking	Optional ³						

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.

3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

Figura 4.7 – Datasheet Power Station tipo: STS-3000K-H1.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	21 di 49

4.5 QUADRI BT E MT CABINA UTENTE

All'interno della cabina Utente MT di impianto saranno presenti i quadri di Media Tensione (QMT) e di Bassa Tensione (QBT) necessari per la raccolta ed il trasporto dell'energia prodotta al punto di consegna, nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche tecniche principali richieste per i quadri in Media e Bassa Tensione impiegati nell'impianto fotovoltaico. Il quadro MT della cabina Utente sarà a semplice sistema di sbarre, dovrà essere esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo. Il quadro sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica e con interruttori isolati in gas. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200. La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di Media sarà in atmosfera SF6; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo allo standard IEC 62271-1, art. 3.6.6.4

All'interno del quadro MT saranno presenti i TA e TV da asservire al contatore fiscale MID per la misura dell'energia scambiata con la rete; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina principale dovranno colloquiare con le protezioni presenti in AT interno al campo. Nella tabella seguente sono elencate le specifiche elettriche principali del quadro:

TENSIONI	
Tensione nominale	20 kV
Tensione massima d'esercizio [Operating voltage]	24 kV
Tensione di tenuta ad impulso	125kV
Frequenza nominale	50 Hz
CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	
Corrente di cortocircuito I _k	16 kA
Durata del cortocircuito	1 s
Corrente di cortocircuito di picco I _p	63 kA
CORRENTE NOMINALE	
Corrente nominale interruttori	630 A
Corrente nominale barre	630 A
(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore	

Tabella 4.5: Dati tecnici QMT.

Quadro servizi ausiliari

Nelle cabine Utente e nelle Power Station sarà previsto un quadro servizi QAUX che fornisce le alimentazioni necessarie al funzionamento delle apparecchiature ausiliarie di cabina;

Dotazioni minime:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	22 di 49

- Interruttore magnetotermico generale;
- Scaricatori di sovratensione classe II con cartuccia estraibile;
- Alimentatore AC/DC di tensione adeguata a circuiti ausiliari strumentazione e monitoraggio;
- Interruttori e relativi contattori per l'alimentazione del sistema di ventilazione;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto BT;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto celle MT.
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci interne e presa di servizio;
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci esterne;
- Interruttori per alimentazione UPS;
- Interruttori per alimentazione circuiti privilegiati;
- Interruttori per alimentazione sistema di monitoraggio;
- Trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari;
- Predisposizione per centralina termometrica trasformatore.

Quadro di parallelo in corrente alternata

Il quadro di parallelo AC permette il collegamento in parallelo dei cavi provenienti dagli inverter di campo. Da questo partono i cavi da attestare ai terminali di bassa tensione del trafo MT/Bt. Il quadro di parallelo sarà provvisto di:

- Interruttore automatico o sezionatore con fusibile, adatto per funzionamento a 800Vac, portata fino a 1600A (per taglie di trasformatore fino a 2000kVA) e dotato di azionamento motorizzato e bobina di sgancio;
- Interruttori automatici di linea (partenze inverter), adatti per funzionamento a 800Vac con portata indicativa 250A.

4.6 CAVI DI POTENZA MT E BT

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in MT e BT. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai moduli FV alle SB) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei moduli.

In particolare, per le linee in MT a 20 kV i cavi saranno di tipo unipolare o tripolare a spirale visibile con isolamento XLPE/EPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68. Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per le condizioni di impiego in cui è richiesta la protezione contro i danneggiamenti.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	23 di 49

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: formazione (unipolare/tripolare); tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica. Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 40°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 1,5 m
- Posa interrata con cavi disposti ad elica visibile in tubi f220

I cavi saranno adeguati al tipo di posa e con grado di isolamento 12/20 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

- Materiale del conduttore: Alluminio;
- Tipo di conduttore: Corda rotonda compatta classe2;
- Materiale del semi-conduttore interno: Mescola semiconduttrice;
- Isolamento: XLPE/EPR;
- Materiale del semi-conduttore esterno: Mescola semiconduttrice;
- Materiale per la tenuta dell'acqua: Semiconducting swelling tape;
- Schermo: Nastro di alluminio longitudinale;
- Guaina esterna: PE;
- Colore guaina esterna: Rosso;
- Massima forza di tiro durante la posa: 50.0 N/mm²;
- Temperatura massima di servizio del conduttore: 90 °C;
- Temperatura massima di cortocircuito del conduttore: 250 °C;
- Temperatura d'installazione minima: 20 °C;
- Fattore di curvatura durante l'installazione: 20 (xD);
- Fattore di curvatura per installazione fissa: 15 (xD);
- Tenuta d'acqua radiale: SI;
- Tenuta d'acqua longitudinale: SI;

Per le connessioni dei cavi di potenza di media tensione si adopereranno terminali a compressione bimetallici. I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termo-restringente, oppure del tipo “per esterno”; dovranno essere idonei per i cavi MT impiegati. La testa cavo così realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

In particolare, i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di media tensione avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	24 di 49

- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di media tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Norma ENEL DJ4135, IEC 71,540 – VDE 0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP-839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0.6/1 kV unipolari e multipolari;
- temperatura di funzionamento 90°C;
- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- Condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0° C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

In particolare, per i cavi in BT di connessione delle stringhe verranno impiegati cavi unipolari flessibili stagnati per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LSZH (Low Smoke Zero Halogen)
- Guaina esterna: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	25 di 49

- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi simili. Adatti per la posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 kV in corrente continua e isolamento a 1800V. Inoltre, nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione. I cavi come detto saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i moduli in serie per la realizzazione delle stringhe avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine (connettori MC-4). I conduttori di stringa andranno ad attestarsi direttamente ai morsetti lato DC degli inverter di campo, a loro volta cablati sul lato AC ai quadri di parallelo BT posizionati nella Power Station della sezione d'impianto corrispondente. I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16.

4.7 TRASFORMATORE BT/MT PER L'ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI DELLA CABINA PRINCIPALE MT

Nella scelta dei trasformatori di potenza è stato prescelto l'uso del tipo a secco inglobato in resina costruiti in conformità alle seguenti Norme:

- IEC 726 / CEI 14-8;
- CENELEC HD 464 e HD 528;
- DIN 42 523.

La classe dei trasformatori sarà essere inferiore a:

- E2 (classe ambientale);
- C2 (classe climatica);
- F1 (classe di comportamento al fuoco).

I trasformatori saranno del tipo a basse perdite e pertanto sono costruiti secondo la norma EN 50588-1 e conformi con quanto previsto dal regolamento 548/2014 della Commissione Europea, recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE. Questa tipologia di trasformatori, grazie all'elevata qualità dei materiali costruttivi, garantisce una consistente riduzione dei consumi di energia, favorendo un notevole risparmio economico e la riduzione di emissioni di CO2 nell'atmosfera.

I trasformatori dedicati all'alimentazione dei servizi ausiliari dei lotti di impianto avranno una taglia di potenza indicativamente pari a 100/160 kVA. I trasformatori saranno specifici per installazioni fotovoltaiche (es. elevato contributo armonico) essendo destinati all'alimentazione di raddrizzatori, impianti UPS.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	26 di 49

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguente e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi. L'avvolgimento di alta tensione sarà realizzato in nastri di alluminio e il suo isolamento ottenuto colando sottovuoto una miscela di resine epossidiche e silicio. L'avvolgimento di bassa tensione, realizzato in un unico foglio di alluminio e incapsulato in materiale isolante di classe F, risulterà impermeabile all'umidità. La temperatura minima di messa in servizio a freddo del trasformatore sarà -25°C. I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C senza accorgimenti.

I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- Montaggio: Interno
- Altitudine di installazione dal livello del mare: max 1000 mt
- Temperatura ambiente massima: 40 °C
- Sovratemperatura lato MT: 80 °C
- Sovratemperatura lato BT: 100 °C
- Classe di isolamento lato MT: F
- Classe di isolamento lato BT: F
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tipo di funzionamento: Continuo
- Tipo di raffreddamento: Aria naturale
- Protezione: IP 00
- Simbolo di collegamento: Dyn11

Sarà previsto il controllo della temperatura interna dei locali in cui saranno ubicati tutte le apparecchiature, e quindi dei trasformatori, attraverso un sistema di ventole centrifughe e/o torrioni di estrazione comandate da una serie di sonde interne ed esterne che rilevano la temperatura ambiente. L'aria in entrata viene filtrata attraverso speciali griglie montate nella parte inferiore delle pareti delle Cabine. La portata d'aria minima sarà minima da 6000 m³/h e comunque calcolata in funzione della potenza del trasformatore.

4.8 PERFORMANCE IMPIANTO E MISURE DI IRRAGGIAMENTO

L'impianto sarà dotato di sistemi di misura al fine di rilevare:

- l'energia elettrica prelevata dalla rete;
- l'energia elettrica immessa in rete;
- l'energia prodotta da ogni singolo sottocampo del generatore;
- l'energia complessiva prodotta dal generatore.

La misura dell'energia scambiata con la rete è in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	27 di 49

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore M1, che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale). In particolare, si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto. Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il 'PRe' come segue:

$$PRe = Eca / Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove: $Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel)$

è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (Hi), della potenza nominale dell'impianto (Pn) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (Tcel).

Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	28 di 49

dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PR_p = P_{ca} / P_{ca_producibile_} (G_p, P_n, T_{cel}) = P_{ca} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n) > 0,78 \text{ se } P_{inv} \leq 20 \text{ kW} \quad (>0,80, \text{ se } P_{inv} > 20 \text{ kW})$$

Dove:

- R_{fv2} è calcolato secondo l'espressione;
- P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PR_p in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (G_p) superiore a 600 W/m^2 ;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PR_p viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20 \text{ kW}$ o $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga T_{cel}).

4.9 NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PR_{cc} , Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua. L'indice di prestazione PR_{cc} evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR_{cc} = P_{cc} G_{stc} / P_n / G_p$$

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	29 di 49

4.10 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PR_{cce} = E_{cc} / (R_{fv2} \times H_i / G_{stc} \times P_n)$$

$$PR_{ccp} = P_{cc} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n)$$

Gli indici PR_{cce} e PR_{ccp} evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$PR_{cce} > 0,85$$

$$PR_{ccp} > 0,85$$

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PR_{cc} possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica di PR o di PR_{cc} o di PR_e o di PR_p o di PR_{cce} o di PR_{ccp} , la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli (G_p) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di G_p .

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904- 4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari. Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	30 di 49

- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente Tcel secondo la Norma CEI EN 60904-5.
- misura della temperatura ambiente Tamb e calcolo della corrispondente Tcel secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica Tce viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

4.11 RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

Al fine di verificare il dimensionamento del futuro impianto di terra, si è proceduto alla analisi della corrente massima di guasto verso terra generato dal contributo al guasto verso terra generato dalla componente capacitiva delle linee MT dato dall'impianto fotovoltaico. Quest'ultima considerando la lunghezza complessiva delle reti MT, genererà un lieve corrente di guasto in una misura assunta pari a circa 100 A.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 50 mm². Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto. Verranno collegati alla rete di terra anche i pali delle strutture fisse (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo). In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono superiori ai 1000 Ohm, allora occorrerà collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti. La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avranno come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso (UT > 50 V), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	31 di 49

zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

Sovratensioni

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che sarà dimensionato in fase di progettazione esecutiva. In particolare, si avrà:

- Protezione linea MT: dovrà essere installata la cella dotata di scaricatore sulla linea entrante;
- Protezione dei circuiti di potenza BT: quadri generali: dovranno essere utilizzati limitatori che avranno il compito di limitare in pochi microsecondi, le sovratensioni ad alto potenziale e, pertanto, saranno ad alta energia di scarica. Tali limitatori dovranno essere installati nei quadri principali (power center e quadri di primo livello) all'ingresso delle linee di alimentazione.

4.12 ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE SCADA E TELECONTROLLO

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	32 di 49

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i “bus di campo”, saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc. Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva. I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari. Inoltre, dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria. Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative:

- variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata;
- scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema PPC (“Power Plant Controller”), per il controllo e regolazione dell'impianto, che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	33 di 49

Cavi di controllo e TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e auto-tuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

4.13 SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate. Il sistema impiegato si baserà sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa. Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro. La seconda consiste nel creare un sistema di

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	34 di 49

rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi. Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy. Il sistema TVCC verrà affiancato a un sistema di sicurezza perimetrale in fibra ottica. La fibra ottica può essere installata sulle recinzioni, sia rigide che elastiche, per la protezione del perimetro dai tentativi di sfondamento. La posa di un solo cavo di fibra al centro della recinzione è sufficiente a offrire un elevato grado di sicurezza fino a 3 m di altezza del recinto.

Il fissaggio avviene direttamente sulle maglie con fascette o con supporti in acciaio, posizionata in linea retta; è anche possibile attrezzare anche i cancelli con la stessa tecnologia. Il principio di funzionamento sfrutta l'elevata sensibilità delle fibre di vetro: lo sfondamento genera pieghe o rotture della fibra che vengono percepite dalle schede di analisi delle rotture (posizionate ogni 200 m ca. lungo il cavo) che inviano il segnale alla centralina che fa azionare il conseguente allarme. Tanto le centraline che i rilevatori di rottura vengono tarati in maniera tale da evitare allarmi impropri secondo livelli di sensibilità scalabili. La gestione può avvenire sia da centrale in loco o da remoto.

4.13 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità dei seguenti manufatti: Cabina Uffici, Cabina Magazzino, Cabina di consegna BT/MT, Power Station, , mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per l'illuminazione esterna ubicati all'esterno sulle pareti dei manufatti. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	35 di 49

5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

5.1 ALLESTIMENTO CANTIERE

Il lotto oggetto del presente intervento sarà dotato di recinzione in rete zincata fissata a paletti in acciaio poggiati su plinti in calcestruzzo. Tale recinzione sarà utilizzata per delimitare il campo fotovoltaico e dovrà essere ultimata con i tratti previsti a progetto come da elaborati grafici progettuali, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Considerata l'estensione dell'area di intervento è prevista una singola area di cantiere attrezzata, a Nord ad oggi libera da manufatti ed impianti.

L'area di cantiere dovrà essere delimitata con recinzione tipo orso-grill fissata a paletti di acciaio annessi in blocchi di fondazione in CLS e posti ad interasse di 1 mt. L'altezza della recinzione dovrà essere di mt. 2,00. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 8 mt [due parti da 4 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti. Le due aree [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] saranno distinte in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro]. L'impresa appaltatrice principale dovrà provvedere allo smaltimento prevedendo il conferimento dei rifiuti alle pubbliche discariche a seconda della tipologia di rifiuto.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

Le aree destinate alle baracche ed allo stoccaggio dei materiali e dei rifiuti verranno installati come da tavola di cantierizzazione.

Dall'analisi del cronoprogramma, allegato al presente documento, si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente in cantiere sia pari a 70-80.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono i seguenti baraccamenti, dimensionati ed attrezzati tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere:

- **Uffici direzione lavori:** saranno collocati in cabine prefabbricate;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	36 di 49

- **Spogliatoi:** i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.
- **Refettorio e locale ricovero:** i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- **Servizi igienico assistenziali:** la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti. Entrambi i locali servizi saranno dotati di kit primo soccorso e di un Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);

Per l'alimentazione elettrica si prevede l'utilizzo di un apposito generatore o dell'impianto esistente per l'acqua necessaria a docce si prevede l'utilizzo di serbatoi. Per i servizi igienici si prevede l'utilizzo di bagni chimici. In tutti i locali è vietato fumare ed è necessario predisporre l'apposito cartello con indicato il divieto. Dovranno essere predisposti allacciamenti a forniture e scarichi o in alternativa prevedere idonee forniture e impianto di scarico con trattamento in loco; date le dimensioni notevoli dell'area di cantiere si prevede di disporre all'interno dei lotti in progetto un adeguato numero di bagni chimici, di idonee dimensioni al numero di persone operanti in esse.

Non si prevede l'illuminazione notturna delle aree di lavoro né dell'area di stoccaggio dei materiali e dei baraccamenti. Vista la posizione del cantiere all'interno di un'area isolata si prescrive l'obbligo di garantire un servizio di guardiania continuo [diurno e notturno].

5.2 MOVIMENTI TERRA

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da:

- Movimenti superficiali di pulizia generale dell'area con rimozione pietrame, taglio della vegetazione in sito dove presente, adeguamento altimetrico delle pendenze;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione in terra battuta tutti inseriti nelle aree contrattualizzate;
- Scavi a sezione ristretta per posa cavi BT e MT;
- Scavi a sezione obbligata e riprofilatura per realizzazione di sistema di gestione acque meteoriche.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	37 di 49

5.3 FONDAZIONI E STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture tipo fisse.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno “schema tipo”, che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

Per i dettagli si fa riferimento alla relazione di calcolo doc. 21-00014-IT-BELMONTE_PI-R01 (“Relazione di calcolo preliminare strutture e fondazioni”).

21-00014-IT-BELMONTE_PI-R01_Rev0

Nell'ipotesi di struttura fissa tipologica indicata in progetto è stata considerata una soluzione tecnologica a palo infisso in acciaio zincato. Considerate le caratteristiche dei terreni in sito è stata inoltre valutata un'alternativa soluzione tecnologica costituita da pali a elica zincati. Durante la fase esecutiva sulla base della struttura scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo, secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anticorrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale. È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1+ \nu) \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	38 di 49

- Coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a 100°C)
- Densità $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

Tutta la carpenteria metallica, dove espressamente indicato negli elaborati progettuali, dovrà essere fornita in cantiere già zincata a caldo.

Il fissaggio meccanico dei moduli alle strutture di sostegno sarà eseguito con sistemi antisvitamento con bulloni di sicurezza o altri sistemi meccanici analoghi.

5.4 FONDAZIONI CABINE

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni saranno costituite da platee in calcestruzzo armato. La profondità del piano di posa deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni geologico- idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeno di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori. Saranno previsti rinterri di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

5.5 CALCESTRUZZO

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	CLASSE DI RESISTENZA RCK (KG/CM ²)	CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE DI CONSISTENZA A	D _{MAX}
Tutte le opera in CA	Min 200	XC4, XA2 e XS1	S4	20

Tabella 5.1: tipologia CLS

tale classe di esposizione corrispondono le seguenti proprietà:

- rapporto massimo a/c pari a 0.50;
- contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/m³.

NOTA: nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri la classe di esposizione deve essere adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti. Deve essere opportunamente valutata l'eventuale necessità di usare cemento resistente ai solfati per la Classe di Esposizione XA2.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	39 di 49

Acciaio per calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

Tipo di acciaio	Fe B 44 k
Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ($\gamma_s = 1,15$):	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio:	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per calcestruzzo armato.

Si prevede l'impiego di acciaio B450C.

Relativamente ai profili HEB100 Fe360

- Acciaio strutturale.

Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.

- Acciaio strutturale per unioni bullonate.

Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza ≥ 8.8 .

Per tutti gli elementi strutturali di acciaio deve essere prevista un'adeguata protezione contro la corrosione, ad esempio zincatura a caldo come da norma UNI –EN-ISO 14713.

Copriferro

Si considerano i seguenti valori di copriferro:

- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev. 0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag. 40 di 49

5.6 RECINZIONE

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali con plinti.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di 20 cm.

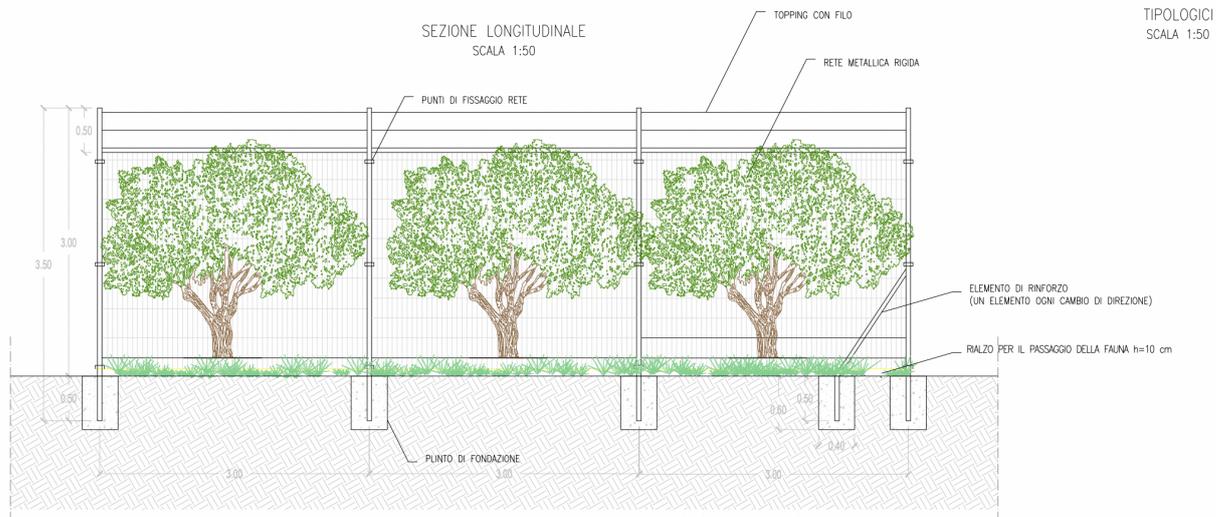


Figura 5.1: Tipico recinzione

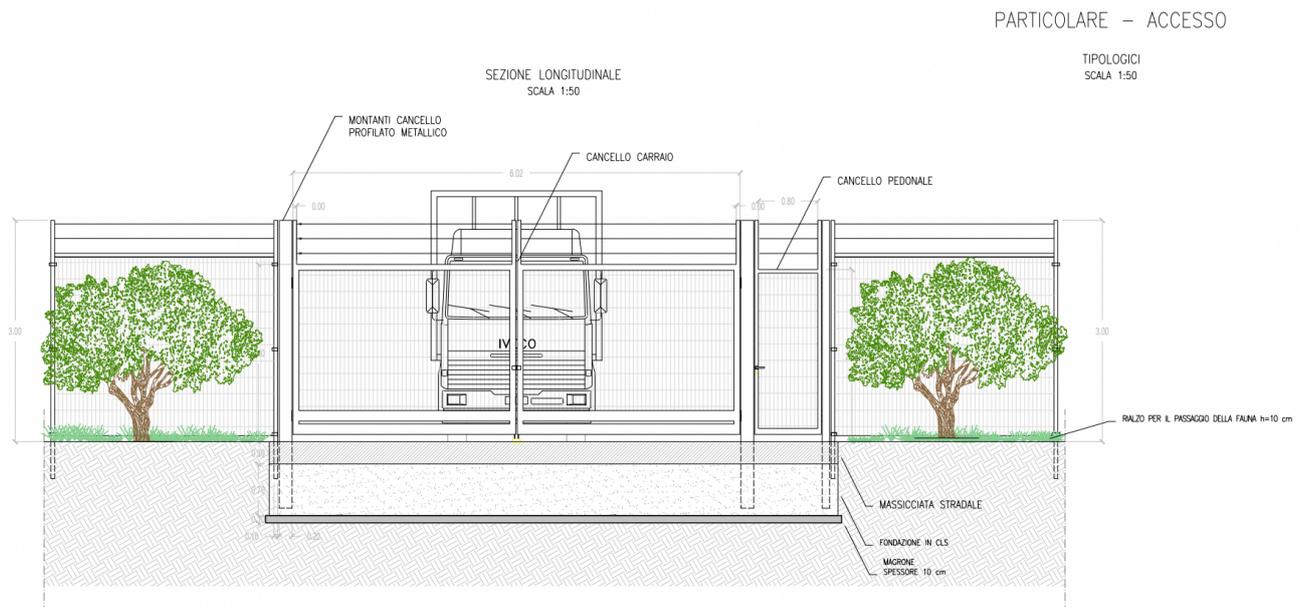


Figura 5.2: Tipico accesso

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	41 di 49

Cancello di accesso

Sono previsti cinque cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione, costituiti da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 6 m di larghezza e 3,0 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,90 m e altezza 3,0 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

5.7 ANALISI IDRAULICA

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile identificando le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria). La rete sarà realizzata in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La rete di drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica. L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto.

I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre la valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche. Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi. Il bacino idrologico presenta un'altitudine media pari a circa 127.6 m s.l.m.

Tratti tombinati

I tratti tombinati sono previsti per la risoluzione delle interferenze con la viabilità interna. Saranno previste tubazioni in HDPE carrabili interrate o posa di scatolari prefabbricati in CA carrabili.

Fossi di drenaggio drenanti

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di tutto il sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti ubicati a valle dell'impianto, e dai bacini di infiltrazione che assicurano da un lato l'invarianza idrologica e idraulica del sistema e dall'altra la laminazione delle portate e la riduzione delle portate in uscita attraverso le canalette.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	42 di 49

Ai fini della verifica del funzionamento idraulico delle canalette principali è stato assunto un unico scenario che simula la situazione tipica invernale per la quale è stata assunta la portata derivante dall'apporto della pioggia riferita al sub-bacino di studio e la portata derivante dall'apporto della pioggia sull'area scolante della canaletta principale individuata come quella veicolante la maggiore portata dell'intero impianto. Analogamente, la verifica delle canalette secondarie è stata condotta applicando la pioggia di progetto alla maggiore superficie afferente alla canaletta secondaria, ottenendo così per entrambe le tipologie di canaletta la massima portata di progetto.

Determinati così i valori di portata, ai fini della modellazione idraulica del sistema di dreno, in via cautelativa, è stata applicata la portata complessiva riferita a ciascun tratto di canale rispettivamente Principale e Secondaria, valutando la funzionalità delle stesse in un range di pendenza compreso tra il 2% ed il 10% per la rete Principale, e lo 0,50% ed il 5% per la rete secondaria. Si riporta di seguito una rappresentazione schematica delle canalizzazioni primarie e secondarie:



La sezione della canaletta primaria è interessata dunque dalle acque superficiali convogliate dall'intero bacino afferente individuato della superficie complessiva di circa 1.50 ha e convoglia la portata confluyente definita dal tempo di pioggia di progetto pari a 15 min, definito in relazione al tempo di corrivazione del bacino, e dall'intensità di pioggia di progetto definita dagli studi idrologici sopra riportati in corrispondenza del tempo di ritorno $T_r=50$ anni e risultante pari a 69,1 mm/h. In tali condizioni la portata di verifica risulta pari a 0.144 mc/s.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	43 di 49

La verifica della canaletta è stata condotta in relazione a quattro diverse configurazioni di pendenza; in particolare nel caso in esame sono state condotte le verifiche per la pendenza pari a 12%; 8%; 4%; ed 1%, rappresentando così tutte le condizioni di moto previste nel comparto. Analogamente a quanto verificato per le canalette primarie, le canalette secondarie sono state verificate nelle medesime condizioni di intensità e durata della pioggia di progetto, considerando un bacino afferente della superficie di 0.4 ha per una portata complessiva di progetto pari a 0,072 mc/s.

Anche in questo caso le verifiche sono state condotte per le pendenze maggiormente rappresentative delle condizioni reali di posa delle canalette, pari a 4.00%; 2.00%; 1.00% e 0.50%.

Scarichi rete

In corrispondenza degli scarichi della rete di drenaggio nei fossi esistenti sono previste opere di ingegneria naturalistica consistenti nella messa a dimora di pietrame reperito in sito, avente funzione di rallentamento dei flussi e di protezione dall'erosione superficiale. Tutte le opere saranno dettagliate durante la fase di progettazione esecutiva.

In fase costruttiva si potrà certamente ottimizzare la sezione e la soluzione progettuale dei drenaggi ove coincidente con la viabilità, mantenendone la capacità di drenaggio idraulica minima calcolata. Lo scopo delle cunette è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 25 anni.

5.8 VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta di ca. 3 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto. La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale. Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	44 di 49

6. RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

Leggi e decreti

Direttiva Macchine 2006/42/CE - “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” indicate dal DM del 14 Gennaio 2008, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle “Istruzioni per l’applicazione delle Norme NTC” di cui al DM 14/01/2008, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27

Eurocodici

UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.

UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.

UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo. UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.

UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.

UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;

CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione; NR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

CNR-DT 207/2008, “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”.

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

1. Leggi e regolamenti italiani;
2. Leggi e regolamenti comunitari (EU); Documento in oggetto;
3. Specifiche di società (ove applicabili); Normative internazionali.

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;

Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;

Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);

CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo,

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	45 di 49

l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.

(Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).

CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici) CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)

CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)

CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione)

CEI 0-16 (Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica)

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

Sicurezza elettrica

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-8/7 (Sez. 712)- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori

IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems

CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.

CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Parte fotovoltaica

ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	46 di 49

CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione

CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino

CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove

CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento - Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura

CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto

CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici

CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico

CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari

CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda

CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	47 di 49

*CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
Parte 2: Prescrizioni per le prove*

CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

Quadri elettrici

CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);

CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

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

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro-generatori

CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV

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

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	48 di 49

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

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

CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Conversione della Potenza

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	49 di 49

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Energia solare

UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

Sistemi di misura dell'energia elettrica

CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica

CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparat di misura

CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)

CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)

CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).