



REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI CASERTA
COMUNI DI CASTEL VOLTURNO
E CANCELLO ED ARNONE



Soggetto Responsabile:

ATON 22 s.r.l.

Via Julius Durst, 6
Bressanone (BZ)
P.Iva 03072680212
Pec: aton.22@pec.it

IMPIANTO FV C_025027

Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva **11.959 KW** e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone

RELAZIONE TECNICA

Progettazione:



Mari
Piazza della Concordia, 21
80040 S. Sebastiano
al Vesuvio (NA)
info@mari-ingegneria.it
P. IVA 07857041219

Il Tecnico

Ing. Samuele Viara

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

	Ing. R.A. Rossi						
	Ing. V. Villano						
	Pian.Ter. L. Lanni			revisione	08/2023	rev.	01
	Geom. S. Martino	Ing. R. Mai	Ing. S. Viara	emissione	10/2021		
PROTOCOLLO	REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO	CAUSALE	DATA	REVISIONE	

Doc	C_025027_INT_R_02	Formato	A 4	Scala	-
-----	--------------------------	---------	-----	-------	---

Il presente documento è di proprietà esclusiva della Aton 22 s.r.l., non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La Aton 22 s.r.l. si riserva il diritto di ogni modifica.

Sommario

PREMESSA	4
INTRODUZIONE.....	6
1. VITA UTILE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	8
1.1. CONCETTI STATISTICI	9
1.2. STIMA DELLA VITA UTILE DELL'IMPIANTO	13
2. DATI GENERALI DEI SOGGETTI RESPONSABILI.....	22
3. DETERMINAZIONE DELLE SUPERFICI COMPLESSIVE.....	23
4. DESCRIZIONE CARATTERISTICHE FONTE SOLARE	23
4.1. CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE E DELL'ENERGIA PRODOTTA	24
4.2. PERDITE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	28
4.2.1. LE PERDITE DEI MODULI FOTOVOLTAICI PER EFFETTO DELLA TEMPERATURA	28
4.2.2. LE PERDITE SULLA PARTE ELETTRICO – CIRCUITALE DELL'IMPIANTO FV	29
4.2.3. LE PERDITE LEGATE ALLA QUANTITA' DI RADIAZIONE SUI PANNELLI FOTOVOLTAICI	30
4.2.4. LE PERDITE SULL'INVERTER E SUL SISTEMA DI ACCUMULO DELL'ENERGIA	30
4.2.5. CONSUMI AUSILIARI	31
4.3. ANALISI DELLA PRODUCIBILITA' ATTESA.....	31
4.4. STIMA DEI PROVENTI ANNUI	34
5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	35
5.1. FINALITÀ E DIMENSIONE DEL PROGETTO	35
5.1.1. Caratteristiche fisiche, tipologiche e funzionali.....	38

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.	FASI DI PROGETTO	44
6.1.	DESCRIZIONE ATTIVITÀ DI CANTIERE FASE DI REALIZZAZIONE.....	45
6.1.1.	Preparazione del sito ed allestimento del cantiere	46
6.1.2.	Opere di mitigazione ambientale	46
6.1.3.	Fornitura e posa in opera delle strutture di supporto dei moduli	48
6.1.4.	Fornitura e posa in opera dei moduli fotovoltaici	48
6.1.5.	Realizzazione collegamenti elettrici.....	48
6.1.6.	Realizzazione scavi e posa in opera dei pozzetti.....	49
6.1.7.	Rinterro degli scavi con compattazione	49
6.1.8.	Scavo e realizzazione opere di fondazione.....	50
6.1.9.	Fornitura e posa in opera dei box prefabbricati	50
6.1.10.	Scavo a sezione obbligata per realizzazione elettrodotto	50
6.1.11.	Rinterro con materiale di risulta.....	50
6.1.12.	Installazione impianto di videosorveglianza	51
6.1.13.	Fornitura e posa in opera di recinzione perimetrale.....	51
6.1.14.	Smobilizzo cantiere	51
6.2.	DESCRIZIONE FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE.....	52
6.3.	DESCRIZIONE FASE DI DISMISSIONE E RIMESSA IN PRISTINO	53
6.3.1.	Costi di Dismissione e Ripristino	53

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

7. ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE.....	55
8. CONCLUSIONI	56

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

PREMESSA

Il presente elaborato, redatto dalla società di ingegneria "**MARI s.r.l.**" su incarico del soggetto proponente "**ATON 22 s.r.l.**", è parte integrante della documentazione a corredo dell'Istanza n. presentata dalla "ATON 22 s.r.l." in data 13/10/2021, per il rilascio del provvedimento di VIA in sede Statale. Il progetto proposto, infatti, avente potenza complessiva pari a **11'959 kW** rientra fra le categorie da sottoporre a **Valutazione di Impatto Ambientale** in sede **statale** ai sensi dell'art. 7 bis del D.lgs. n.152/2006, così come aggiornato dalla **L.N. 108/2021**. Come specificato nell'Allegato II alla Parte Seconda dello stesso D.lgs. n.152/2006, la VIA di competenza statale è richiesta per gli "*impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW*".

Lo stesso è identificabile sul portale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica <https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Info/8242> al **CUP 7519**.

Si rammenta che la scrivente Aton 22 S.r.l. aveva avanzato, in data 17/04/2023, richiesta di sospensione dei termini per la presentazione della documentazione integrativa ai sensi del comma 4, dell'articolo 24 del D.lgs. n. 152/2006. Pertanto, nei termini prestabiliti (periodo non superiore ai 120 giorni), la sottoscritta Società **Aton 22 S.r.l.** intende presentare le integrazioni richieste.

Inoltre, in virtù della pubblicazione delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" del giugno 2022 con le quali si recepisce quali sono i requisiti e le caratteristiche per la classificazione di un impianto come Agrivoltaico, si specifica che il progetto in esame non risponde alle stesse.

Per le ragioni esposte è intenzione della Proponente, infatti, sviluppare un **impianto fotovoltaico a terra** senza prevedere modifiche alla potenza dichiarata in sede di istanza, nel rispetto della normativa di tutela ambientale vigente. La variante, pur non proponendo modifiche alla tipologia tecnologica tracker, prevede come unica modifica la non adozione di soluzioni di produzione agricole nella gestione dello spazio non interessato dall'impianto, lasciando inalterate le

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

altre caratteristiche progettate. Pertanto, con la documentazione integrativa si intende presentare variante alla soluzione progettuale dichiarata in sede di istanza.

I documenti e gli elaborati tecnici richiesti sono stati aggiornati in funzione della nuova soluzione progettuale di impianto.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

INTRODUZIONE

I progetti inerenti all'utilizzo delle energie sostenibili si pongono essenzialmente due obiettivi:

- Il risparmio energetico attraverso l'ottimizzazione sia nella fase iniziale di produzione che negli usi finali (impianti, edifici e sistemi ad alta efficienza, nonché educazione al consumo consapevole);
- Lo sviluppo delle fonti alternative di energia invece del consumo massiccio di combustibili fossili.

Primaria importanza si dà agli aspetti economici connessi all'impiego della tecnologia fotovoltaica con l'ambiente. Più che i costi riguardanti l'installazione dei sistemi, in realtà, sono determinanti quelli relativi all'energia ottenibile che, paragonati a quelli dell'energia da fonti convenzionali, decretano la convenienza o meno del ricorso a questa fonte rinnovabile. Tale mercato è in forte crescita principalmente in paesi come la Germania, la Spagna, gli Stati Uniti e il Giappone. La sfida è allargare le basi di mercato per una crescita continuativa in tutto il mondo che, non solo ridurrebbe i costi della tecnologia per gli utenti locali, ma anche per quelli negli altri paesi contribuendo così ad una riduzione generale.

Il presente elaborato, redatto dalla società di ingegneria "**MARI s.r.l.**" su incarico del soggetto proponente "**ATON 22 s.r.l.**", costituisce la *Relazione Tecnica* per la realizzazione ed esercizio di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW costituito da due campi: il campo FV - A sito nel comune di Castel Volturno in località Bortolotto di potenza pari a 5.966 KW e il campo FV - B sito nel comune di Canello ed Arnone in località Auzone di potenza pari a 5.993 KW.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Tabella 1 – Località di realizzazione del parco fotovoltaico

Località di realizzazione dell'intervento Campo FV - A

Indirizzo:	Castel Volturno (CE) - Località Bortolotto
Destinazione d'uso dell'immobile:	Agricolo
Potenza contrattuale:	5,966 MWp
Identificazione connessione Gestore di Rete	ID TICA 256159506
Numero POD assegnato dal Gestore di Rete	IT001E847123435
Intestatario utenza:	ATON 22 s.r.l.
Tipologia fornitura:	Trifase

Località di realizzazione dell'intervento Campo FV - B

Indirizzo:	Canello ed Arnone (CE) - Località Auzone
Destinazione d'uso dell'immobile:	Agricolo
Potenza contrattuale:	5.993 KWp
Identificazione connessione Gestore di Rete	ID TICA 256160982
Numero POD assegnato dal Gestore di Rete	IT001E847123427
Intestatario utenza:	ATON 22 S.R.L.
Tipologia fornitura:	TRIFASE

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica utilizzando come energia primaria l'energia del sole. In particolare, l'impianto trasformerà, grazie all'esposizione alla luce solare dei moduli fotovoltaici, una percentuale dell'energia luminosa dei fotoni in energia elettrica sotto forma di corrente continua che, opportunamente trasformata in corrente alternata dagli "inverter", sarà ceduta alla rete elettrica nazionale.

Il progetto proposto rientra a tutti gli effetti nella nuova strategia energetica nazionale (SEN), condivisa da tutti gli stati membri Europei, di raggiungere il 30% di produzione di elettrica da fonti rinnovabili entro il 2030. La centrale fotovoltaica e tutte le opere accessorie previste saranno realizzate dal Committente nella piena osservanza delle disposizioni e/o normative tecniche e legislative vigenti in materia.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

1. VITA UTILE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La durata degli impianti fotovoltaici, stimata in 25-30 anni deriva dall'affidabilità della tecnologia stessa che prevede interventi di manutenzione ordinaria, limitati alla sporadica sostituzione di cavi elettrici e/o pannelli e quindi con un'usura delle componenti pressoché nulla.

Le parti principali che compongono un impianto fotovoltaico sono fondamentalmente i pannelli solari e gli inverter.

I pannelli fotovoltaici sono la parte dell'impianto che è soggetta ad un decremento di rendimento costante nel tempo. Ovviamente una buona manutenzione ne preserva le funzionalità più a lungo. Prova ne è l'impianto fotovoltaico installato 30 anni fa sull'isola di Vulcano, sottoposto a manutenzione costante, che ancora oggi ha una resa ben sopra quanto preventivato. La durata prevista per i pannelli rimane comunque variabile tra i 20 e i 30 anni. I danni maggiori ai pannelli solari sono causati dalle elevate temperature, dalle polveri di smog sottili che penetrano all'interno delle microfessure dei vetri, dalla salsedine del mare che corrode i materiali ferrosi e dal decadimento del silicio.

I pannelli possono danneggiarsi o guastarsi, ma con una corretta manutenzione è possibile individuare eventuali pannelli danneggiati e sostituire solo un singolo pezzo.

Per quanto riguarda gli inverter, invece, essi hanno una durata variabile, ma generalmente dopo i 10 anni di utilizzo la loro resa cala al punto tale da rendere conveniente la loro sostituzione. La qualità costruttiva, la corretta installazione e una normale manutenzione ordinaria possono aumentare l'aspettativa di vita dell'inverter.

Per quanto sopra descritto si può affermare che garantendo operazioni di manutenzione e a valle delle certificazioni dei produttori, la vita utile di un impianto fotovoltaico tale da garantire ottime prestazioni è pari a 25/30 anni.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

1.1. CONCETTI STATISTICI

Le stime sulla durata di vita degli impianti fotovoltaici, si basano generalmente sulle garanzie dei produttori di moduli fotovoltaici, che dopo i 25 anni di funzionamento, erogano almeno l'80% della potenza iniziale nelle condizioni standard. Secondo uno studio dell'**IRENA** (International Renewable Energy Agency) e dell'**IEA-PVPS** (International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems Programme) del 2016, la vita media dei moduli fotovoltaici è pari a 26-28 anni. Come detto poc'anzi, l'analisi si è focalizzata sui moduli fotovoltaici e sugli inverter. Si sottolinea che una corretta manutenzione ordinaria e un corretto monitoraggio orario dell'impianto fotovoltaico sono fondamentali per evitare, il più possibile, gli interventi di manutenzione straordinaria. La tecnologia fotovoltaica su larga scala, è relativamente recente, perciò non si hanno ancora dati certi sulla vita degli impianti, infatti il boom tecnologico, in Italia, è avvenuto con i Conti Energia. Non potendo sfruttare database, è necessario, utilizzare concetti e metodi statistici, nel continuo, perché il tempo è una funzione continua. Il tempo di vita di un componente è definito come l'intervallo di tempo in cui il componente funziona.

La **funzione di densità di probabilità (PDF)** rappresenta la probabilità che un dato componente si rompa in un intorno I_t di un determinato tempo. Per esempio, la **PDF** è la probabilità che il modulo fotovoltaico si rompa a circa 10 anni.

La **funzione di densità cumulativa (CDF)** rappresenta la probabilità che la vita del componente sia minore o uguale di un determinato tempo t . Per esempio, la **CDF** è la probabilità che il modulo funzioni fino a un tempo pari a 10 anni.

La variabile random, in genere definita con il simbolo ξ , è un'applicazione che associa a ogni output di un esperimento un numero reale; in generale non è iniettiva, quindi è possibile associare lo stesso numero a differenti output di un esperimento.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

La PDF e la CDF possono essere definiti sia nel discreto, sia nel continuo. Di seguito sono presentati questi concetti statistici, in maniera più rigorosa, solo nel continuo, perché l'analisi è eseguita nel tempo t , che è di per sé una funzione continua.

La funzione di densità di probabilità (PDF), nel continuo, descrive la densità di probabilità in ogni punto nello spazio (o nel tempo) campionario.

In termini matematici, la **PDF** è espressa dalla **formula (1)**:

$$f_{\xi}(t) * dt = P[\xi \in I_T] \quad (1)$$

Dove:

dt: è la variabile di integrazione, ossia l'intervallo di tempo arbitrario elementare con cui si può misurare il tempo; dipende dalla vita del componente in esame, come un millisecondo, un secondo, un'ora, un anno, ecc;

I_t: è l'intorno di tempo definito come un intervallo di tempo;

ξ: è la variabile random;

t: è la variabile tempo;

P: assume il significato di probabilità;

f_t(t): è la funzione di densità di probabilità (PDF), della variabile **t**,

f_t(t)*dt: è la probabilità di avere un guasto in dt.

In termini statistici la funzione di distribuzione cumulativa (CDF) della variabile random **ξ** è definita come la probabilità per cui la variabile random **ξ** è minore o uguale di **t**.

In termini matematici, la **CDF** è espressa dalla **formula (2)**:

$$F_{\xi}(t) = P(\xi \leq t), \forall t \in \mathbb{R} \quad (2)$$

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Dove:

ξ : è la variabile random;

t : è la variabile tempo;

P : assume il significato di probabilità;

$F_{\xi}(t)$: è la funzione di densità cumulativa (CDF), della variabile t ,

Questa funzione matematica ha le seguenti proprietà:

- 1) $\lim_{t \rightarrow -\infty} F_{\xi}(t) = 0$
- 2) $\lim_{t \rightarrow +\infty} F_{\xi}(t) = 1$
- 3) $F_{\xi}(t)$ è monotona, non decrescente,
- 4) $F_{\xi}(t)$ è continua da destra.

Per stimare la vita utile dell'impianto fotovoltaico, in maniera più rigorosa, lo studio si è basato sulla **distribuzione statistica di Weibull**, le **formule (3) e (4)** riportano rispettivamente la **PDF** e la **CDF**:

$$f_{\xi}(t) = \frac{\alpha}{T} * \left(\frac{t}{T}\right)^{\alpha-1} * e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^{\alpha}} \quad (3)$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^{\alpha}} \quad (4)$$

Dove:

t : è la variabile tempo, espresso in anni;

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

T: è il fattore di scala, anche detto vita caratteristica, espresso in anni; esso è l'intervallo di tempo che intercorre tra l'inizio della vita e l'istante di tempo in cui ci si aspetta che l'entità si sia guastata con il 63,2% di probabilità;

α : è il fattore di forma, che controlla la forma della curva;

$f_{\xi}(t)$: è la funzione di densità di probabilità (PDF), della variabile t .

$F(t)$: è la funzione di distribuzione cumulativa (CDF), della variabile t .

La CDF e la PDF sono funzioni matematiche e sono legate da operazioni matematiche inverse, difatti per ottenere la CDF è necessario svolgere l'integrale della PDF, mentre per ottenere la PDF è necessario svolgere la derivata della CDF.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

1.2. STIMA DELLA VITA UTILE DELL'IMPIANTO

I componenti analizzati sono i moduli e gli inverter. Nella tabella 2 sono riportati i valori dei parametri elencati nella pagina precedente. Questi dati sono stati presi dalla letteratura scientifica.

Tabella 2 - Parametri della distribuzione di Weibull per i moduli e per gli inverter

Parametri	Modulo	Inverter
α [-]	5,3	5,9
T [anni]	30	11

I moduli e gli inverter raggiungono la fine della vita principalmente per motivi tecnici a causa di una diminuzione della potenza prodotta dovuta al degrado o a danni precoci e guasti tecnici.

I guasti possono essere classificati in base al tempo di vita del sistema:

- 1) Guasti infantili: accadono nei primi anni di vita, per errori di montaggio e di progettazione o difetti gravi di fabbrica; si è ipotizzato che sono trascurabili per la stima della vita dell'impianto;
- 2) Guasti a metà della vita: accadono circa a 10-20 anni per i moduli fotovoltaici e a circa 5-8 anni per gli inverter e sono dovuti a invecchiamento precoce dei rispettivi componenti; si è ipotizzato che non sono trascurabili per la stima della vita dell'impianto;
- 3) Guasti per usura: accadono principalmente per l'invecchiamento dei componenti elettronici, elettrici e meccanici; si verificano dopo i 20 anni per i pannelli fotovoltaici e dopo gli 8 anni per l'inverter; si è ipotizzato che non sono trascurabili per la stima della vita dell'impianto.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Per svolgere l'analisi di stima della vita dell'impianto si è modellizzata la **distribuzione di Weibull** sul software **OCTAVE**. Nelle successive pagine sono riportate le immagini, riguardanti le **PDF** e le **CDF** dei moduli e degli inverter.

Nella figura 1, della pagina successiva, è raffigurata la PDF del modulo fotovoltaico; sull'asse delle ascisse è riportato il tempo, misurato in anni, mentre sull'asse delle ordinate è riportata la PDF, espressa in percentuale. Nel grafico sono presenti tre curve:

- 1) La linea tratteggiata nera, rappresenta la vita media del modulo fotovoltaico, che è pari a 28 anni.
- 2) La linea tratteggiata magenta, è l'anno in cui la funzione di densità di probabilità (PDF) è massima, ed è pari a 29 anni; il valore della massima PDF è pari a 6,7%.
- 3) La curva rossa rappresenta la densità di probabilità e ha un andamento a campana allungata; si possono notare tre andamenti principali:
 - A. l'andamento fortemente crescente e fortemente decrescente è compreso tra i 10 e 25 anni e tra i 30 e i 40 anni; nel primo periodo la PDF aumenta, perché i moduli iniziano a invecchiare e nel secondo periodo la PDF diminuisce perché la maggioranza dei moduli si è già guastata.
 - B. l'andamento debolmente crescente e debolmente decrescente è fino ai 10 anni e dai 40 anni; nel primo periodo la PDF aumenta lentamente per la presenza di guasti infantili, e nel secondo periodo la PDF diminuisce lentamente perché sono rimasti veramente pochi moduli funzionanti;
 - C. l'andamento più o meno costante, dove si raggiunge il massimo della PDF, compreso tra i 25 e i 30; in questo periodo ricadono sia la vita media del modulo (linea tratteggiata nera), sia l'anno in cui la PDF è massima (linea tratteggiata magenta).

	Relazione Tecnica Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
		Data: 08/2023

magenta). Si osservi che l'anno in cui la PDF è massima avviene dopo il momento in cui si ha la vita media.

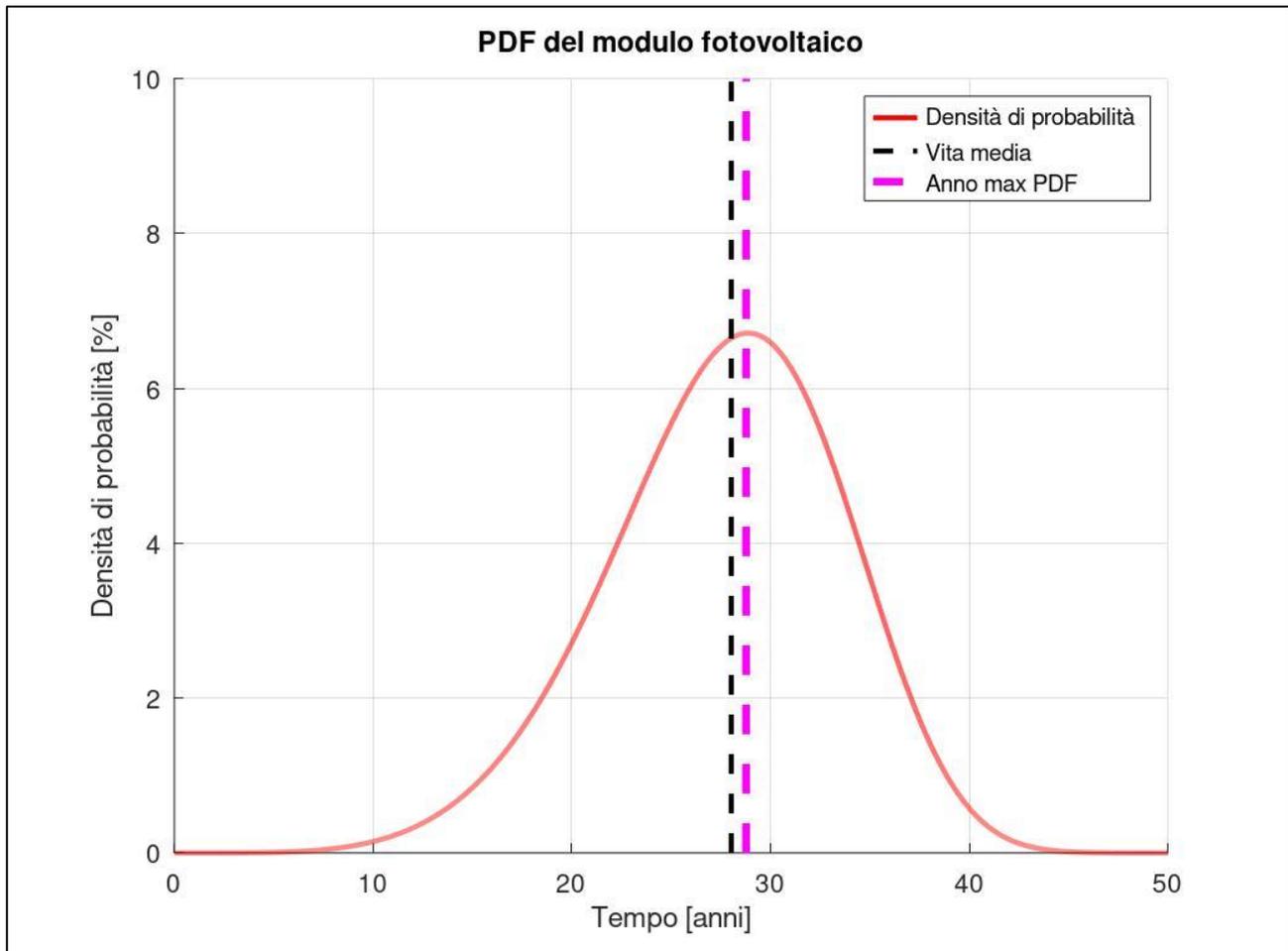


Figura 1 PDF del modulo fotovoltaico

Nella figura 2 è raffigurata la CDF del modulo fotovoltaico; sull'asse delle ascisse è riportato il tempo, misurato in anni, mentre sull'asse delle ordinate è riportata la CDF, espressa in percentuale. Nel grafico sono presenti due curve:

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

- 1) La linea tratteggiata nera, rappresenta la vita media del modulo fotovoltaico, che è pari a 28 anni. Questo è un dato molto importante perché indica il momento in cui la metà dei moduli fotovoltaici, quindi il 50%, ha smesso di funzionare.
- 2) La curva blu rappresenta la funzione di distribuzione cumulativa (CDF) e ha un andamento monotono non decrescente. Il valore minimo della CDF è zero, in corrispondenza dell'anno zero, quindi a sinistra, mentre il valore massimo della CDF è uno, in corrispondenza della fine del grafico, sul lato destro dell'immagine. Si può affermare che le proprietà elencate a pagine 3 sono verificate. Si può dividere la curva in tre fasi, dipendenti dal tempo:
 - A. La prima fase si verifica nei primi 10 anni di vita, in cui l'andamento della curva aumenta molto lentamente; alla fine di questa fase la CDF raggiunge valori di circa il 5%.
 - B. La seconda fase avviene tra i 10 e i 40 anni di vita, in cui l'andamento della curva aumenta, per quasi tutto questo periodo di tempo, in maniera costante. Nel dettaglio, si nota che l'aumento della CDF:
 - è esponenziale tra i 10 e i 20 anni,
 - è costante tra i 20 e i 35 anni,
 - è logaritmico tra i 35 e i 40 anni.

La CDF raggiunge valori dell'11% a 20 anni, del 50% a 28 anni, del 63,2% a 30 anni e del 99% a 40 anni. Quindi in questa fase più del 90% dei moduli arriva a fine vita.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Cancellò ed Arnone	Data: 08/2023

C. La terza fase si verifica dopo i 40 anni, con gli ultimi moduli fotovoltaici superstiti. La CDF assume valori del 100%, ossia l'unità quando l'ultimo modulo si guasta, ciò si stima possa avvenire tra i 40 e i 50 anni.

Nella tabella 3, della pagina seguente, sono riportati i dati caratteristici riassuntivi dell'analisi statistica, sia del modulo sia dell'inverter.

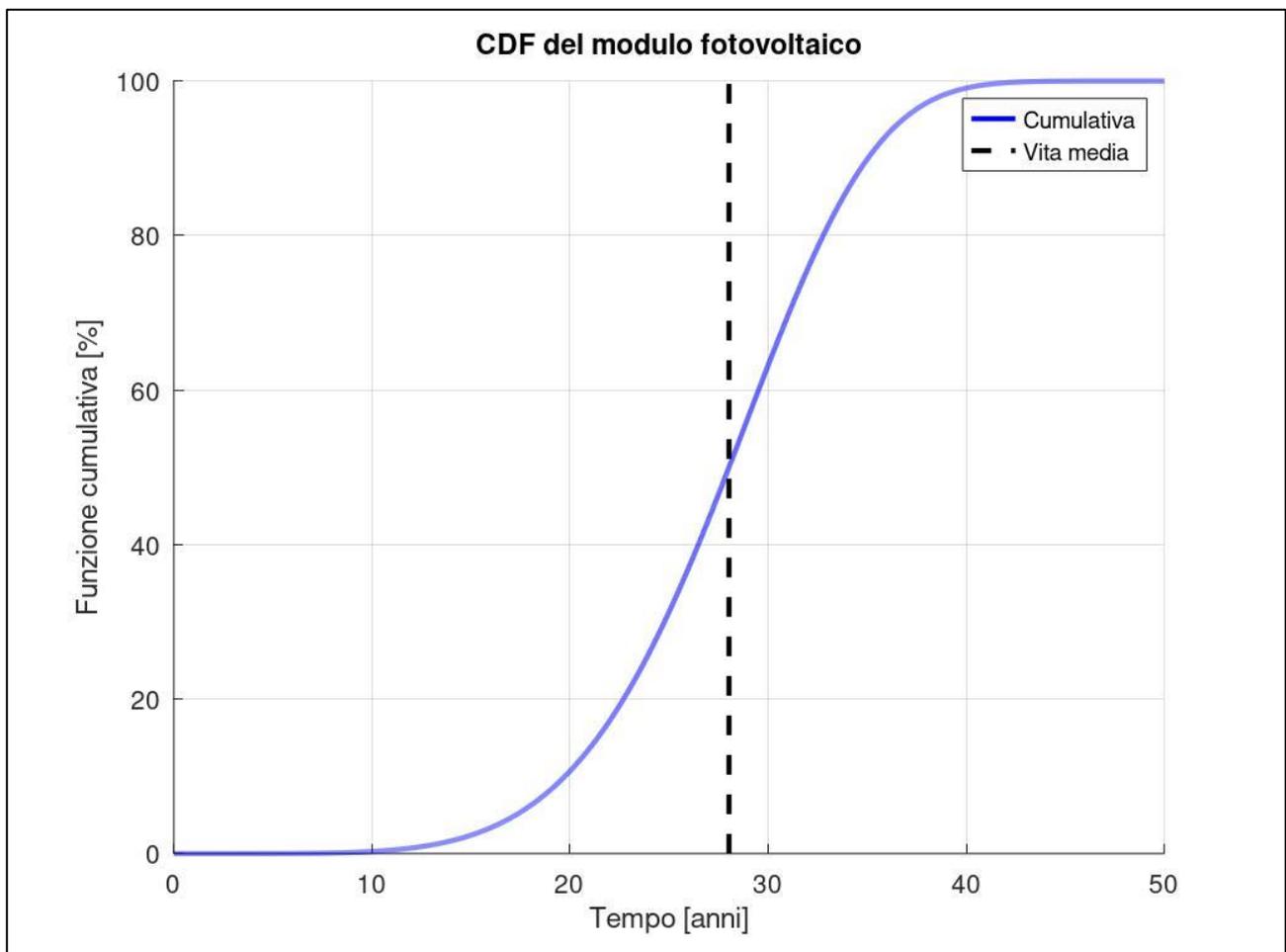


Figura 2 CDF del modulo fotovoltaico

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Tabella 3 Dati caratteristici dei moduli e degli inverter

Dati caratteristici	Modulo	Inverter
Vita media (anni)	28	10,3
Anno max PDF	29	10,6
Max PDF (%)	6,7	18,3

Nella figura 3, a pagina seguente, è raffigurata la PDF dell'inverter; sull'asse delle ascisse è riportato il tempo, misurato in anni, mentre sull'asse delle ordinate è riportata la PDF, espressa in percentuale. Nel grafico sono presenti tre curve:

- 1) La linea tratteggiata nera, rappresenta la vita media dell'inverter, che è pari a 10 anni.
- 2) La linea tratteggiata magenta, è l'anno in cui la funzione di densità di probabilità (PDF) è massima, ed è pari a poco più di 10 anni; il valore massimo della PDF è pari a 18,3%.
- 3) La curva rossa rappresenta la densità di probabilità e ha un andamento a campana allungata; si possono notare tre andamenti principali:
 - A. l'andamento fortemente crescente e fortemente decrescente è compreso tra i 5 e 9 anni e tra i 12 e i 15 anni; nel primo periodo la PDF aumenta, perché gli inverter iniziano a invecchiare e nel secondo periodo la PDF diminuisce perché la maggioranza degli inverter si è già guastata.
 - B. l'andamento debolmente crescente e debolmente decrescente è fino ai 5 anni e dai 15 anni; nel primo periodo la PDF aumenta lentamente per la presenza di guasti infantili, e nel secondo periodo la PDF diminuisce lentamente perché sono rimasti veramente pochi inverter funzionanti;
 - C. l'andamento più o meno costante, dove si raggiunge il massimo della PDF, compreso tra i 9 e i 12; in questo periodo ricadono sia la vita media dell'inverter (linea tratteggiata nera), sia l'anno in cui la PDF è massima

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

(linea tratteggiata magenta). Si osservi che l'anno in cui la PDF è massima avviene dopo il momento in cui si ha la vita media.

Nella tabella 4, a pagina seguente, sono riportati gli anni in cui si raggiungono determinati valori della CDF, sia del modulo sia dell'inverter. Si ricorda che il valore per il quale la CDF è pari al 63,2%, corrisponde al parametro T, denominato fattore di scala, che per i moduli è pari a 30 anni, mentre per gli inverter è pari a 11 anni.

Tabella 4 - Valori della CDF e corrispettivi valori di anni dei moduli e degli inverter

Valore CDF [%]	Anni (modulo)	Anni (inverter)
0	0	0
11	20	7,3
50	28	10,3
63,2	30	11
99	40	15
100	50	20

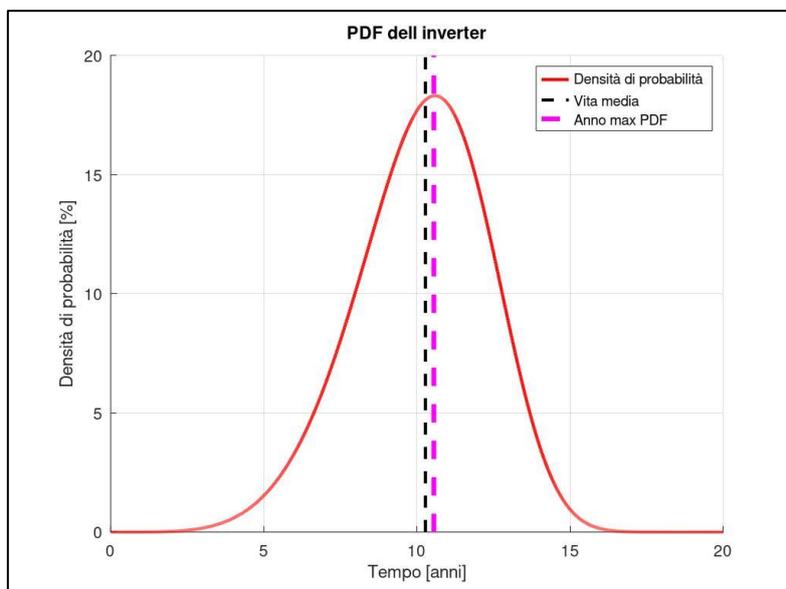


Figura 3 PDF dell'inverter

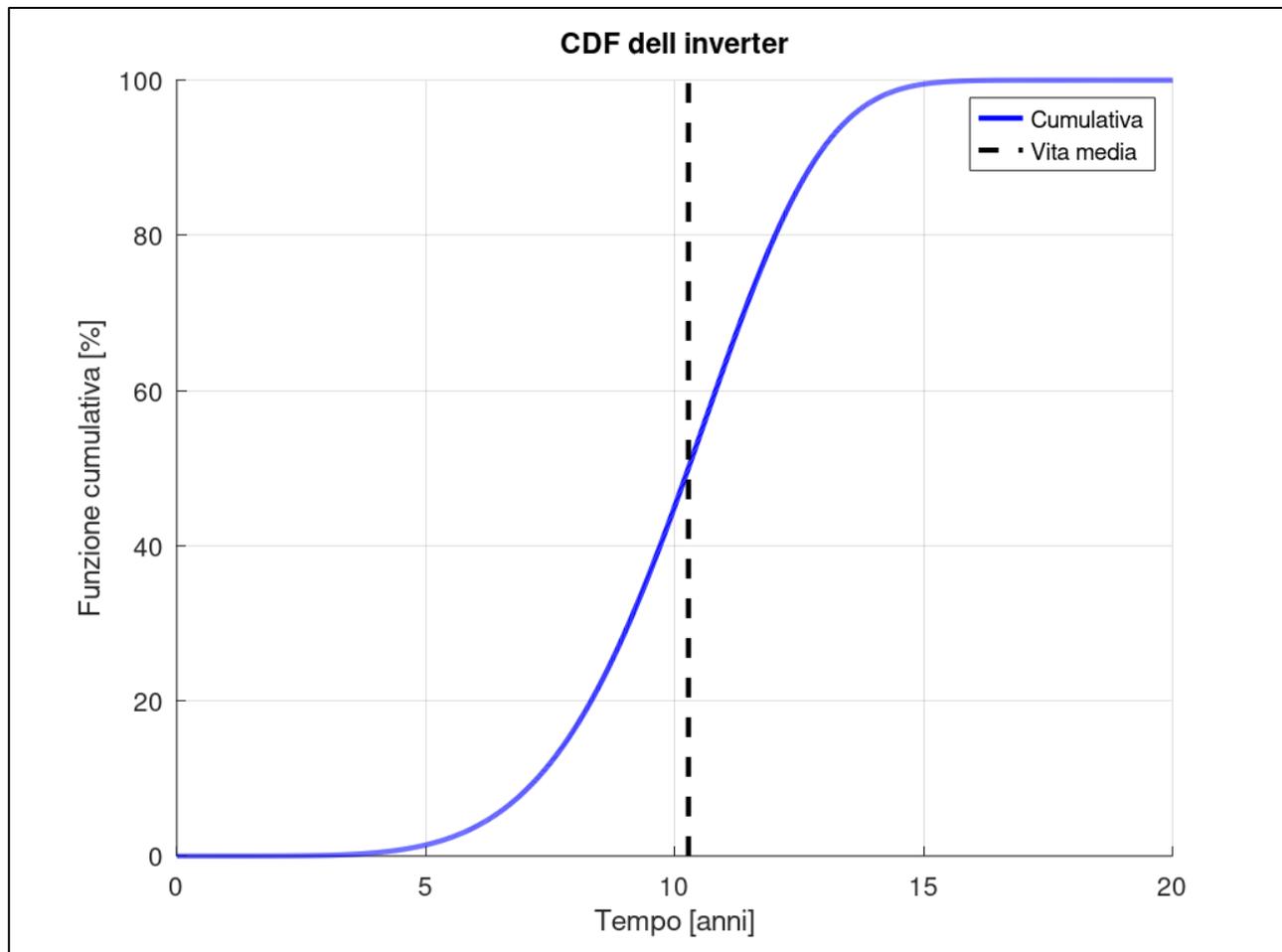


Figura 4 CDF dell'inverter

Nella figura 4, in questa pagina, è raffigurata la CDF dell'inverter; sull'asse delle ascisse è riportato il tempo, misurato in anni, mentre sull'asse delle ordinate è riportata la CDF, espressa in percentuale. Nel grafico sono presenti due curve:

- 1) La linea tratteggiata nera, rappresenta la vita media dell'inverter, che è pari a 10 anni. Questo è un dato molto importante perché indica il momento in cui la metà degli inverter, quindi il 50%, ha smesso di funzionare.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

2) La curva blu rappresenta la funzione di distribuzione cumulativa (CDF) e ha un andamento monotono non decrescente. Il valore minimo della CDF è zero, in corrispondenza dell'anno zero, quindi a sinistra, mentre il valore massimo della CDF è uno, in corrispondenza della fine del grafico, sul lato destro dell'immagine. Si può notare che le proprietà elencate a pagina 6 sono verificate. Si può dividere la curva in tre fasi, dipendenti dal tempo:

A. La prima fase si verifica nei primi 5 anni di vita, in cui l'andamento della curva aumenta molto lentamente; alla fine di questa fase la CDF raggiunge valori di circa il 5%.

B. La seconda fase avviene tra i 5 e i 15 anni di vita, in cui l'andamento della curva aumenta, per quasi tutto questo periodo di tempo, in maniera costante. Nel dettaglio, si nota che l'aumento della CDF:

- è esponenziale tra i 5 e i 7 anni,
- è costante tra i 7 e i 13 anni,
- è logaritmico tra i 13 e i 15 anni.

La CDF raggiunge valori dell'11% a 7 anni, del 50% a 10 anni, del 63,2% a 11 anni e del 99% a 15 anni. Quindi in questa fase, più del 90% degli inverter arriva a fine vita.

C. La terza fase si verifica dopo i 15 anni, con gli ultimi inverter superstiti. La CDF assume valori del 100%, ossia l'unità quando l'ultimo inverter si guasta, ciò si stima possa avvenire tra i 15 e i 20 anni.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

2. DATI GENERALI DEI SOGGETTI RESPONSABILI

Si riportano nella tabella seguente i dati sintetici dei soggetti responsabili relativi al progetto proposto:

Tabella 5 - Dati generali

Dati relativi al proponente/committente

Proponente	ATON 22 S.r.l.
Committente	ATON 22 S.r.l.
Indirizzo	Via Julius Durst, 6 – 39042 Bressanone (BZ)
Partita IVA:	03072680212
Recapito telefonico:	+39 0472 275 300
Recapito fax:	+39 0472 275 310
Mail:	info@psaierenergies.it
Pec:	aton.22@pec.it

Dati relativi alla società di progettazione

Progettazione	MARI S.r.l.
Indirizzo	Piazza della Concordia, 21 – 80040 S. Sebastiano al Vesuvio (NA)
Partita IVA:	07857041219
Recapito telefonico:	08119566650
Recapito fax:	08119566650
Mail:	info@mari-ingegneria.it
Pec:	marimail@pec.it
Progettista firmatario	Ing. Samuele Viara
Estensore dello SIA	Ing. Samuele Viara
Scopo dello studio	Realizzazione di un impianto di tipo fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

3. DETERMINAZIONE DELLE SUPERFICI COMPLESSIVE

In Tabella 3 vengono riportati i calcoli relativi alla superficie complessiva occupata, all'indice di occupazione e alla superficie disponibile

Tabella 6 – Calcolo superfici

CALCOLO SUPERFICI	
Superficie occupata dai moduli fotovoltaici (m ²)	55 486
Superficie occupata dalla viabilità (m ²)	15 933
Superficie occupata dalla fascia di mitigazione (m ²)	29 602
Superficie occupata dai locali tecnici (m ²)	280
Totale superficie occupata	71 699
Totale superficie disponibile da DDS preliminare	167 769
Indice di occupazione	43%
Area libera	96 070

4. DESCRIZIONE CARATTERISTICHE FONTE SOLARE

La fonte utilizzata per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è l'energia solare. L'impianto fotovoltaico trasforma, infatti, l'energia solare in elettricità. Questo processo è possibile grazie a specifiche proprietà fisiche di alcuni particolari elementi.

L'elemento alla base della tecnologia fotovoltaica è sicuramente la cella. Essa esposta alla luce del Sole ha la capacità di produrre energia elettrica in corrente continua, successivamente trasformata in energia alternata per poter essere immessa in rete e utilizzata dalle utenze.

	Relazione Tecnica Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
		Data: 08/2023

4.1. CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE E DELL'ENERGIA PRODOTTA

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare. Per quanto attiene il campo FV – A si fa riferimento al comune di Castel Volturno, mentre per il campo FV-B a quello di Canello ed Arnone.

- CAMPO FV – A Località Bortolotto

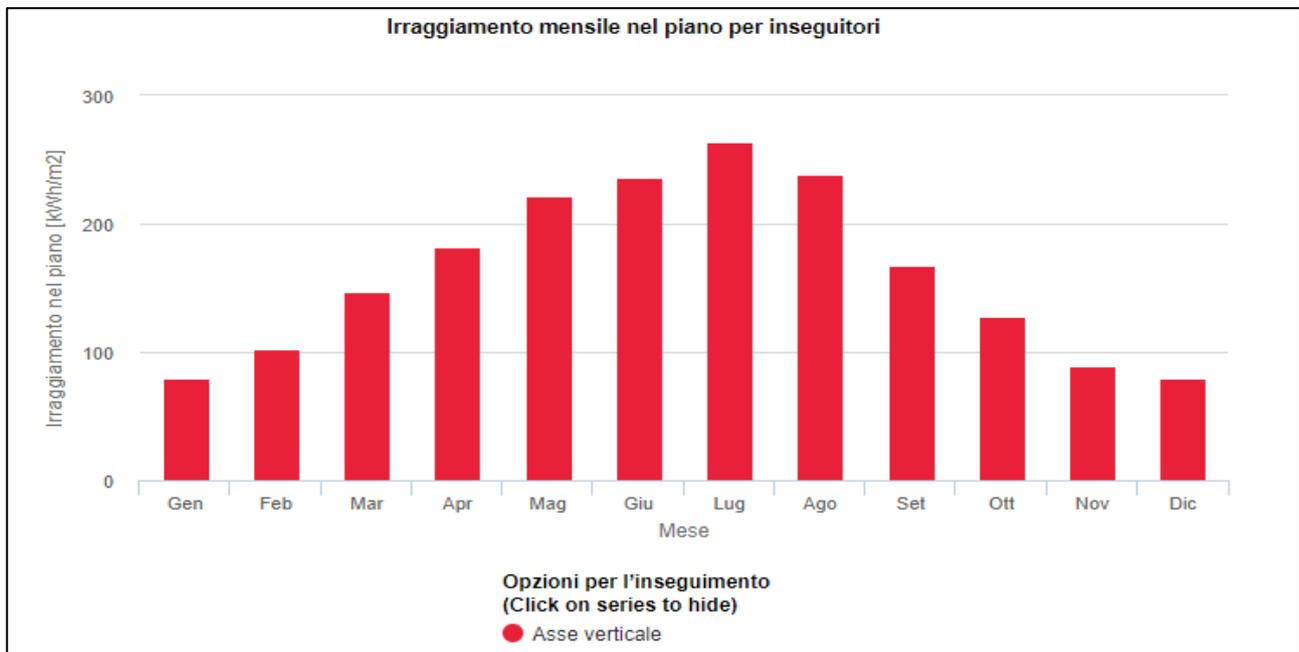


Figura 5 – Irraggiamento mensile – Campo FV – A

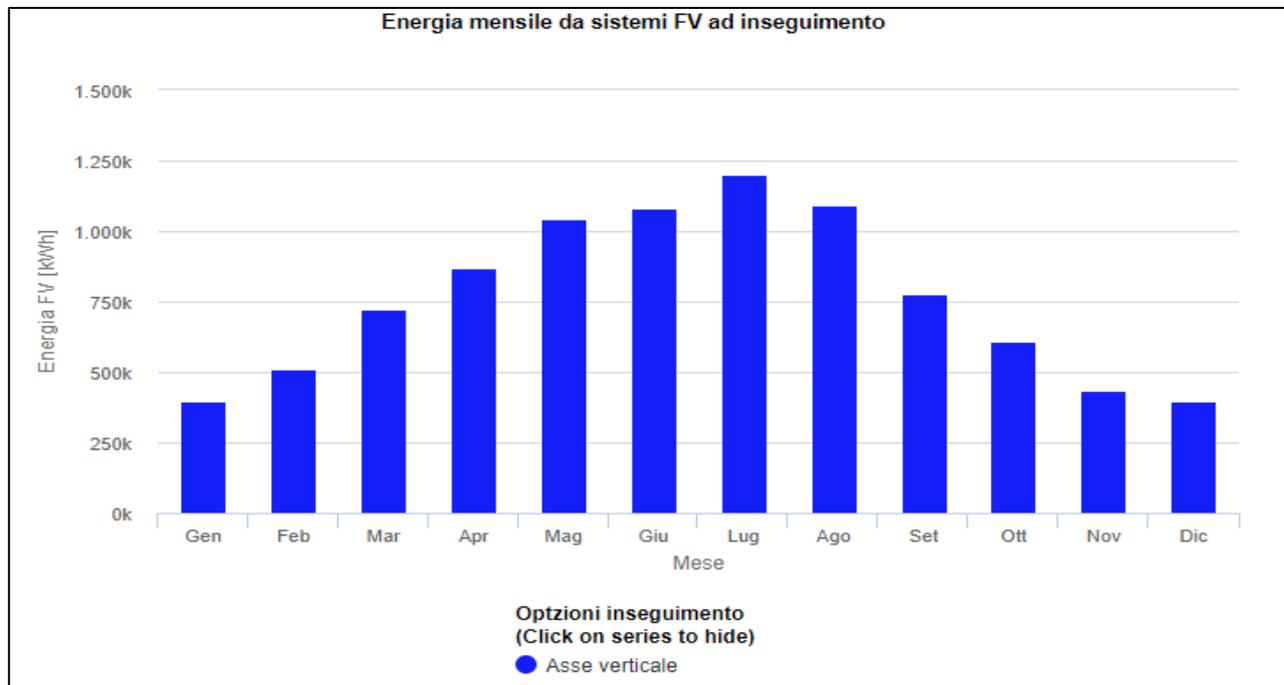


Figura 6 – Energia mensile– Campo FV - A

Risultati statistici

Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	41.072, 13.954
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-COSMO
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	5966
Perdite di sistema [%]:	14
Output del calcolo	
	Asse verticale
Slope angle [°]:	50 (opt)
Produzione annuale FV [kWh]:	9135747.57
Irraggiamento annuale [kWh/m ²]:	1932.77
Variazione interannuale [kWh]:	391204.4
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-1.66
Effetti spettrali [%]:	0.59
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-6.87
Perdite totali [%]:	-20.77

Figura 7 – Risultati statistici ottenuti – Campo FV – A

- CAMPO FV – B Località Auzone

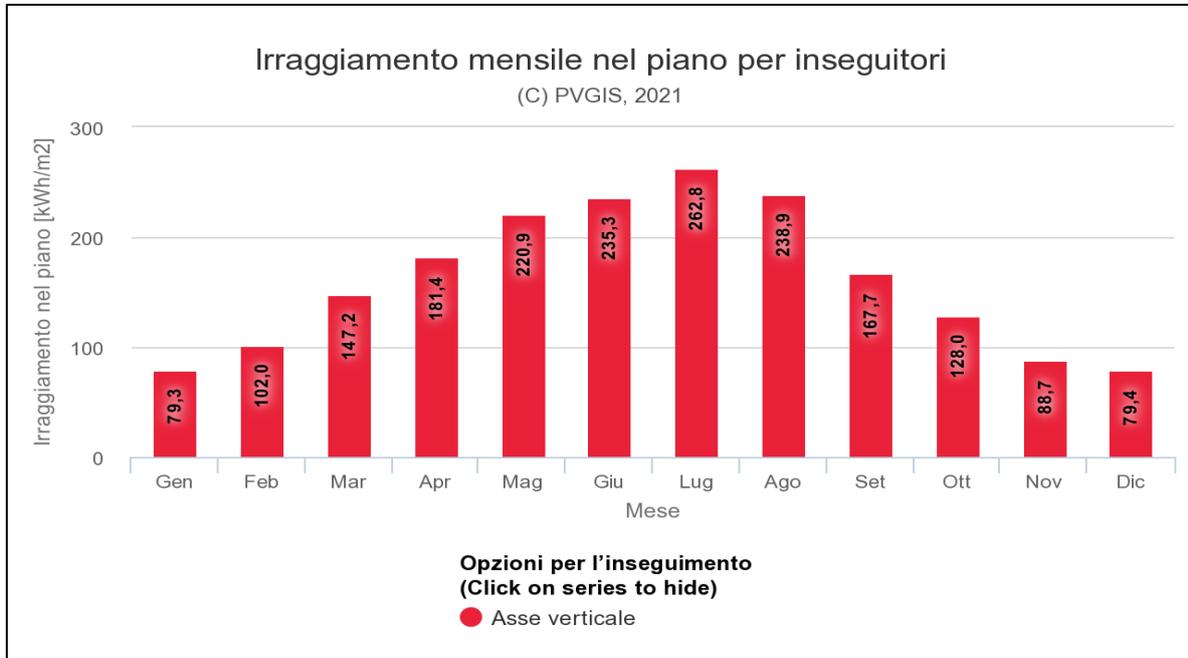


Figura 8 – Irraggiamento mensile – Campo FV – B

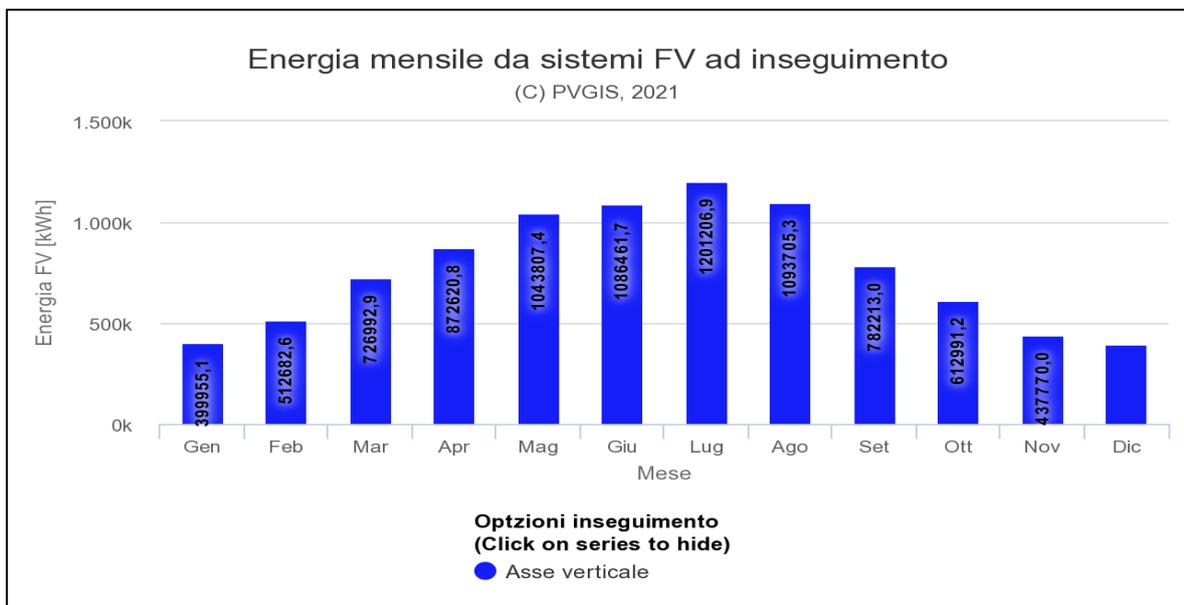


Figura 9 – Energia mensile – Campo FV – B

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	41.096, 14.028
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-COSMO
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	5993
Perdite di sistema [%]:	14
Output del calcolo	Asse verticale
Slope angle [°]:	50 (opt)
Produzione annuale FV [kWh]:	9169378.47
Irraggiamento annuale [kWh/m ²]:	1931.7
Variazione interannuale [kWh]:	398762.8
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-1.66
Effetti spettrali [%]:	0.71
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-7.01
Perdite totali [%]:	-20.79

Figura 10 – Risultati statistici ottenuti – Campo FV – B

Per la simulazione è stato utilizzato il programma di calcolo **PVGIS fotovoltaico (Photovoltaic Geographical Information System)**. Non è altro che un sistema di informazioni geografiche, un software di simulazione, propriamente detto simulatore, dotato di mappa interattiva.

Il PVGIS fotovoltaico, basandosi su mappe, fornisce un inventario della risorsa energetica solare e la sua valutazione geografica. Il tutto viene considerato nel contesto della gestione integrata della produzione di energia distribuita. Permette, quindi, di effettuare un calcolo veloce della produzione media dell'impianto, anche relativa ai prossimi anni, basandosi su dati e tabelle attendibili.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Il PVGIS fotovoltaico è considerato un buon indicatore dell'energia "minima" prodotta da fotovoltaico. La simulazione, infatti, fornisce cifre di rendimento inferiori rispetto ai reali dati di produzione registrati empiricamente.

Esso rappresenta un valido strumento per poter stimare piani di rientro economico attendibili.

4.2. PERDITE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'efficienza di conversione fotovoltaica di un impianto fotovoltaico dipende dalle perdite nella conversione stessa: se queste ammontano, ad es. al 25%, l'efficienza di conversione sarà del 75%. Pertanto, la producibilità effettiva, o netta, dell'impianto sarà quella teorica dedotta sulla base dell'irraggiamento solare locale (producibilità lorda), moltiplicata, in questo caso, per 75/100 al fine di tener conto degli aspetti tecnici legati ai componenti utilizzati in tutto il processo di conversione fotovoltaica. Una stima generale delle perdite di conversione di un impianto fotovoltaico non si discosta dal suddetto valore del 25%, al quale contribuiscono varie componenti:

- a)** Perdite per effetto della temperatura: 7,6%;
- b)** Mismatching: 5,7%;
- c)** Perdite nei convertitori cc/ca: 4%;
- d)** Perdite per bassa radiazione e ombreggiamento: 3,3%;
- e)** Perdite per riflessione: 3,1%;
- f)** Perdite nei filtri e nei servizi ausiliari 2%;
- g)** Perdite nei quadri in continua: 1,2%;
- h)** Perdite per sporcizia dei moduli: 1%.

4.2.1. LE PERDITE DEI MODULI FOTOVOLTAICI PER EFFETTO DELLA TEMPERATURA

Le prestazioni di una cella fotovoltaica decrescono al crescere della temperatura, ed è ben noto che l'efficienza elettrica e la potenza di uscita di un pannello fotovoltaico dipendono in modo

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

lineare dalla temperatura operativa. La temperatura di una cella fotovoltaica dipende, in particolare, da numerose variabili, quali la temperatura ambiente, la velocità locale del vento, il flusso/irradianza della radiazione solare in funzione del materiale e di proprietà dipendenti dal sistema, quali la trasmittanza della copertura, l'assorbenza della piastra fotovoltaica, etc. Pertanto, risulta evidente che i pannelli ad altitudini elevate hanno prestazioni maggiori grazie alle temperature più basse (vi sono circa 7°C di differenza per ogni 1.000 metri di differenza in altitudine). Le perdite in questo caso sono valutate in funzione del pannello scelto nel caso specifico sono stati scelti in relazione alla scarsa sensibilità alla temperatura.

4.2.2. LE PERDITE SULLA PARTE ELETTRICO – CIRCUITALE DELL'IMPIANTO FV

Le perdite di accoppiamento non ottimale fra le stringhe (in gergo, mismatch) sono dovute alla non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e, conseguentemente, alla non uniformità di una stringa con l'altra. Tale fattore di perdita dipende quindi dalla bontà del prodotto installato e dalla capacità di saper accoppiare in modo efficiente i moduli. Le perdite di mismatch sono di circa l'1% per impianti di piccola potenza (W), del 3-4% per medie potenze (kW) e del 5-6% per grandi potenze (MW). Le perdite sui circuiti in corrente continua sono invece dovute alla resistenza dei cavi elettrici, a quella di contatto degli interruttori ed a quelle per cadute di tensione sui diodi di blocco di protezione delle stringhe. Si tratta di perdite intrinseche che si riesce a ridurre con l'uso di componenti appropriati e con valutazioni tecnico-economiche sulle sezioni di cavo da utilizzare.

L'ottimizzazione delle linee elettriche e una buona disposizione delle strutture consentono di mantenere tali perdite entro circa l'1-2% della producibilità.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

4.2.3. LE PERDITE LEGATE ALLA QUANTITA' DI RADIAZIONE SUI PANNELLI FOTOVOLTAICI

Le perdite per basso soleggiamento si hanno solo in impianti collegati alla rete quando l'inverter ha un autoconsumo superiore all'energia che si potrebbe produrre, e cioè tipicamente all'alba o al tramonto. Le perdite per ombreggiamento reciproco, invece, sono funzione della geometria di disposizione del campo fotovoltaico e degli ostacoli all'orizzonte. Gli indici di perdita di producibilità per basso soleggiamento ed ombreggiamento reciproco sono, in generale, variabili tra il 2 ed il 5%. Le perdite per riflessione risultano intrinseche con la costruzione di impianti fotovoltaici e solo particolari ambienti circostanti (ad es. grandi superfici di colore chiaro) possono ridurre il valore, normalmente stimabile nel 3%, in siti senza particolari condizioni favorevoli. Le perdite per sporcizia dei moduli, infine, sono strettamente legate al sito di installazione e quindi alle condizioni meteorologiche. In genere, siti a bassa piovosità hanno perdite maggiori. Il dato si può comunque stimare in circa l'1%.

4.2.4. LE PERDITE SULL'INVERTER E SUL SISTEMA DI ACCUMULO DELL'ENERGIA

Le perdite sull'inverter riflettono la curva di efficienza di tali apparecchi in funzione della potenza di uscita e quindi, in prima analisi, dal progetto della macchina in funzione delle condizioni di soleggiamento del sito e di quelle del carico. La stima dipende dal tipo di inverter utilizzato e risulta ben diversa a seconda del servizio che la macchina si trova a svolgere (alimentazione di utenze isolate piuttosto che immissione di energia in rete). I dati indicativi in termini di perdita sull'energia teorica producibile dall'impianto fotovoltaico sono:

- a)** per impianti collegati in rete, dal 4 al 10%;
- b)** per impianti in isola, dal 4 al 10%.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

4.2.5. CONSUMI AUSILIARI

In questo caso si stima una perdita sul totale dell'energia prodotta pari a circa -1.5%.

4.3. ANALISI DELLA PRODUCIBILITA' ATTESA

La stima dell'energia annua prodotta, sulla base dei dati radiometrici ottenuti dalla norma UNI10349 e utilizzando il metodo di calcolo relativi alla norma UNI 8477, si basa su una radiazione incidente.

Il calcolo è riferito ad una superficie captante che ruota continuamente in modo da mantenersi sempre perpendicolarmente ai raggi del sole, ed è pari a:

- CAMPO FV – A: 1.531,0 kW/KWp che, per una potenza nominale di 5.966 MW, in condizioni di installazione mobile, con inseguitore monoassiale, lungo la direzione nord-sud, porta ad un'energia annua generata, di circa 9.134 MWh/anno, al **netto** delle perdite di sistema.
- CAMPO FV – B: 1.530,0 kW/KWp che, per una potenza nominale di 5.993 MW, in condizioni di installazione mobile, con inseguitore monoassiale, lungo la direzione nord-sud, porta ad un'energia annua generata, di circa 9.169 MWh/anno, al **netto** delle perdite di sistema.

Considerando l'impianto nel suo complesso si stima quindi un'energia annua generata pari a **18.309 MWh/anno**.

Al fine della valutazione della producibilità annua di energia elettrica di un impianto fotovoltaico, si deve precisare che essa (come avviene per tutti gli impianti di generazione che utilizzano fonti naturali, quali quella solare, eolica) dipende dalla potenza di picco erogabile dal generatore e dall'andamento climatico dell'anno considerato, oltre che dalla radiazione incidente kWh/mq annuo (valutata nel paragrafo 3.1).

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

La potenza di picco del generatore è verificabile sulla base di misure oggettive di prestazioni e di condizioni ambientali. Per quanto riguarda l'andamento climatico, invece, ci si deve basare sul valore medio della radiazione solare valutato, nella zona di installazione dell'impianto, sul periodo climatologico annuale.

Non si può parlare, quindi, di garanzia sulla produzione annua di energia, bensì di valore ragionevolmente atteso, sulla base di dati e misurazioni tenute costantemente aggiornati.

Gli inseguitori sono dei dispositivi che, attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di far orientare in maniera favorevole rispetto ai raggi solari, un pannello fotovoltaico. Essi sono classificati in base a tre elementi, il numero di assi e la loro orientazione, quindi di tipo monoassiali, al tipo di meccanismo di orientamento, alla tipologia di comando elettronico.

Gli inseguitori che saranno utilizzati sono del tipo attivo e fanno affidamento su motori, ingranaggi e/o idraulica. Il tipo di comando elettronico che governa il movimento può essere analogico o digitale. Quelli utilizzati sono del tipo digitali, controllati mediante il comando che deriva da un microprocessore che, tramite dei dati in esso memorizzati, conosce in ogni momento la posizione del sole nel cielo.

Un inseguitore monoassiale permette una maggiore produzione di energia compresa tra il 10% e 30 % rispetto ad un impianto fisso, a seconda del tipo di montaggio e del tipo di movimento. Uno biassiale può arrivare ad un incremento del 40%.

L'impianto fotovoltaico in oggetto utilizza n. 17.864 moduli in silicio monocristallino della potenza di picco di 670 Wp, installati su strutture mobili, con rotazione da - 55° a 0° a +55° rispetto all'asse nord-sud, con sistema basculante.

La potenza nominale complessiva del generatore fotovoltaico ammonta a

$$(670 \times 17.864) / 1.000 = 11.959 \text{ kWp.}$$

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

La potenza massima di uscita dell'impianto, disponibile nel punto di consegna, è in generale inferiore a questo valore, principalmente per via delle perdite nella conversione DC/AC e nella trasformazione BT/MT, oltre che per la trasmissione lungo i cavi.

Nella valutazione della potenza totale prodotta dall'impianto occorre far riferimento alla tolleranza del pannello, indicata nel +/- 0 - 5%, rispetto alla potenza nominale.

Altro parametro da prendere in considerazione è la posizione dei pannelli disposti pressoché perpendicolari alla radiazione solare.

Per i moduli fotovoltaici, l'angolo azimutale di orientamento è in direzione Est – Ovest è di 90° rispetto a Nord, mentre l'inclinazione (angolo di tilt) rispetto all'orizzontale, è variabile da un minimo di - 5° a + 5°.

Occorrerà tener conto dell'ombreggiamento reciproco dei filari di moduli fotovoltaici, il quale si può manifestare in periodi dell'anno particolarmente sfavorevoli.

In relazione alla geometria della struttura di sostegno – tracker – dei moduli ed alla posizione del disco solare nel periodo invernale (solstizio d'inverno) verrà definita la distanza tra file multiple dei tracker idonea ad impedirne il mutuo ombreggiamento anche in periodo invernale. Stesso accorgimento verrà adottato rispetto ai manufatti presenti nell'impianto quali le cabine di campo.

Risulta essere pertanto, dalle valutazioni precedenti che:

Potenza di picco: **11.959 kWp**

Potenza media prodotta kWh/kWp installato **1.531 kWh/kWp**

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

4.4. STIMA DEI PROVENTI ANNUI

Nella Tabella seguente è riportata una stima dei proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia prodotta dall'Impianto tramite contratti di Power Purchase Agreements (P.P.A.) per la vendita dell'energia:

Tabella 7: Stima dei proventi annui

STIMA PROVENTI ANNUI – IMPIANTO C_025027 CASTEL VOLTURNO CANCELLO ARNONE	
Totale energia prodotta in un anno (kWh)	18.305.126 kWh
Valore PPA (€/kWh)	0,0515 €/kWh
Proventi annui	942.713,989 €

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

5.1. FINALITÀ E DIMENSIONE DEL PROGETTO

Come anticipato, il progetto proposto ha come finalità la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, sito nei comuni di **Castel Volturno e Canello ed Arnone (CE)**, di potenza:

- richiesta complessiva **11'959 KWp**;
- nominale massima **11'959 KWn**;
- reale immessa in rete in AC di circa **11'959 KW**.

La potenza elettrica del generatore fotovoltaico in immissione, sarà erogata in media tensione per mezzo delle cabine di consegna, da cui partirà un **cavidotto interrato in MT a 20 kV** e si collegherà in antenna da cabina primaria AT/MT sita nel comune di Castel Volturno, coordinate **41° 5'20.72"N 13°58'9.43"E**.

L'impianto FV e le opere accessorie che si intendono realizzare sono sintetizzabili nei seguenti elementi:

- Moduli fotovoltaici, tracker e strutture di sostegno ancorate al terreno
- Cavi elettrici e apparecchiature elettriche per la trasformazione della corrente AC/DC
- Recinzione esterna e impianto di videosorveglianza
- Cavidotto di connessione con la rete in MT

Si tratta di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW costituito da due campi: il campo FV - A sito nel comune di Castel Volturno in località *Bortolotto* di potenza pari a 5.966 KW e il campo FV – B sito nel comune di Canello ed Arnone in località *Auzone* di potenza pari a 5.993 KW.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Il campo FV A – Bortolotto (Castel Volturno) sarà costituito da un totale di **8.904** moduli (**P=5'966 KWp**) distribuiti su stringhe connesse a inverter **800TL B300** (Power range: 841 – 1081 kWp), installati all'interno di cabine di trasformazione. La tecnologia scelta per i **moduli** è di tipo **monocristallino**, con potenza di picco pari a **670 W** che saranno posizionati su tracker orientati all'asse nord-sud, in grado di ruotare lungo detto asse, così da massimizzare la produzione.

Questo campo sarà suddiviso in **6 isole** di potenza pari a 994,28 kWp c.ca, costituite da **159 stringhe**, ciascuna stringa sarà composta da 14 moduli da 670 W, cabine di campo e spazi di manovra per una superficie dell'intera centrale pari a 80.800 m².

Il campo FV B – Auzone (Canello ed Arnone) sarà costituito da un totale di **8.960** moduli (**P=5'993 KWp**) distribuiti su stringhe connesse a inverter **800TL B300** (Power range: 841 – 1081 kWp), installati all'interno di cabine di trasformazione. La tecnologia scelta per i **moduli** è di tipo **monocristallino**, con potenza di picco pari a **670 W** che saranno posizionati su tracker orientati all'asse nord-sud, in grado di ruotare lungo detto asse, così da massimizzare la produzione.

Questo campo sarà suddiviso in **6 isole**, 2 di potenza pari a circa 1013,04 kWp c.ca e 4 di potenza 994,28 kWp, costituite da **160 stringhe totali**, ciascuna stringa sarà composta da 14 moduli da 670 W, cabine di campo e spazi di manovra per una superficie dell'intera centrale pari a 86.969 m².

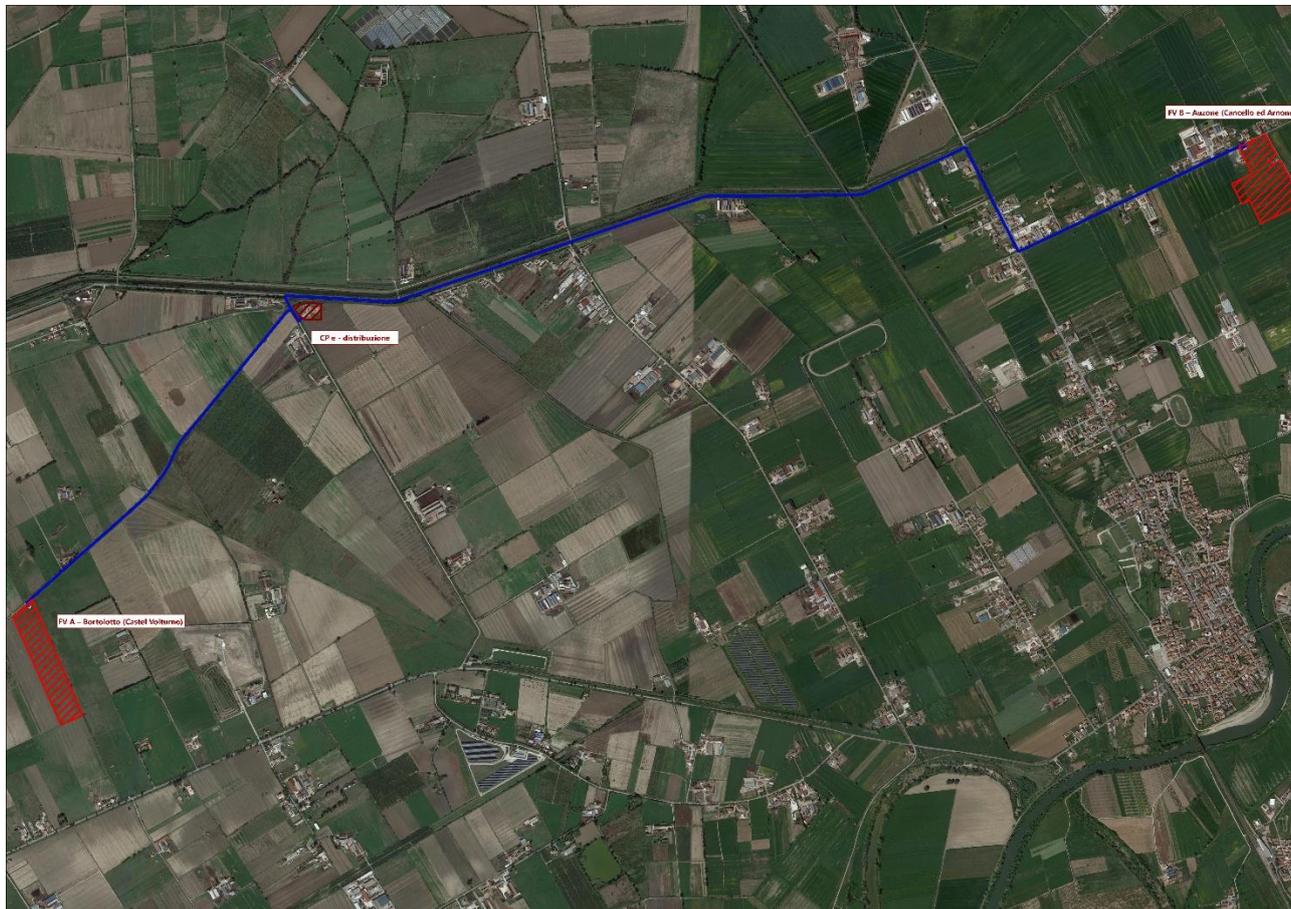


Figura 11 - Inquadramento su base ortofoto

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

5.1.1. Caratteristiche fisiche, tipologiche e funzionali

CAMPO FV - A – LOCALITÀ BORTOLOTTO, CASTEL VOLTURNO (CE)

Il suddetto campo FV – A situato in località Bortolotto è costituito da:

Un generatore fotovoltaico composto da **8.904** moduli, suddiviso in 6 isole costituite da **159** stringhe, ciascuna stringa sarà composta da **14** moduli, oltre che da cabine di campo e spazi di manovra per una superficie dell'intera centrale pari a **80.800 m²**;

Il numero di convertitori statici utilizzati sarà pari a **4**.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da **6** isole da **994,28 kW**.

Ciascuna isola sarà realizzata utilizzando moduli da **670 W**.

Ogni isola avrà un unico convertitore statico dimensionato in base alla potenza di ingresso. Gli inverter avranno potenza nominale d'ingresso di 841 – 1081 kWp.

Il collegamento tra i moduli che compongono ciascuna stringa sarà realizzato, per quanto possibile, con i cavi di cui sono dotati i moduli.

Ogni isola sarà composta da quadri di campo nei quali afferiranno le stringhe per il parallelo; in ogni quadro alloggeranno gli organi di sezionamento e protezione da sovracorrenti e sovratensioni.

Dai quadri di campo partiranno cavi interrati opportunamente dimensionati e connessi agli inverter. Gli stessi afferiranno, per ogni isola, ad un quadro di parallelo per gruppi di **2**. L'uscita in ca dai convertitori farà capo ad un quadro BT dal quale usciranno cavi che saranno connessi al primario di un trasformatore BT/MT di potenza **2.500 KVA**.

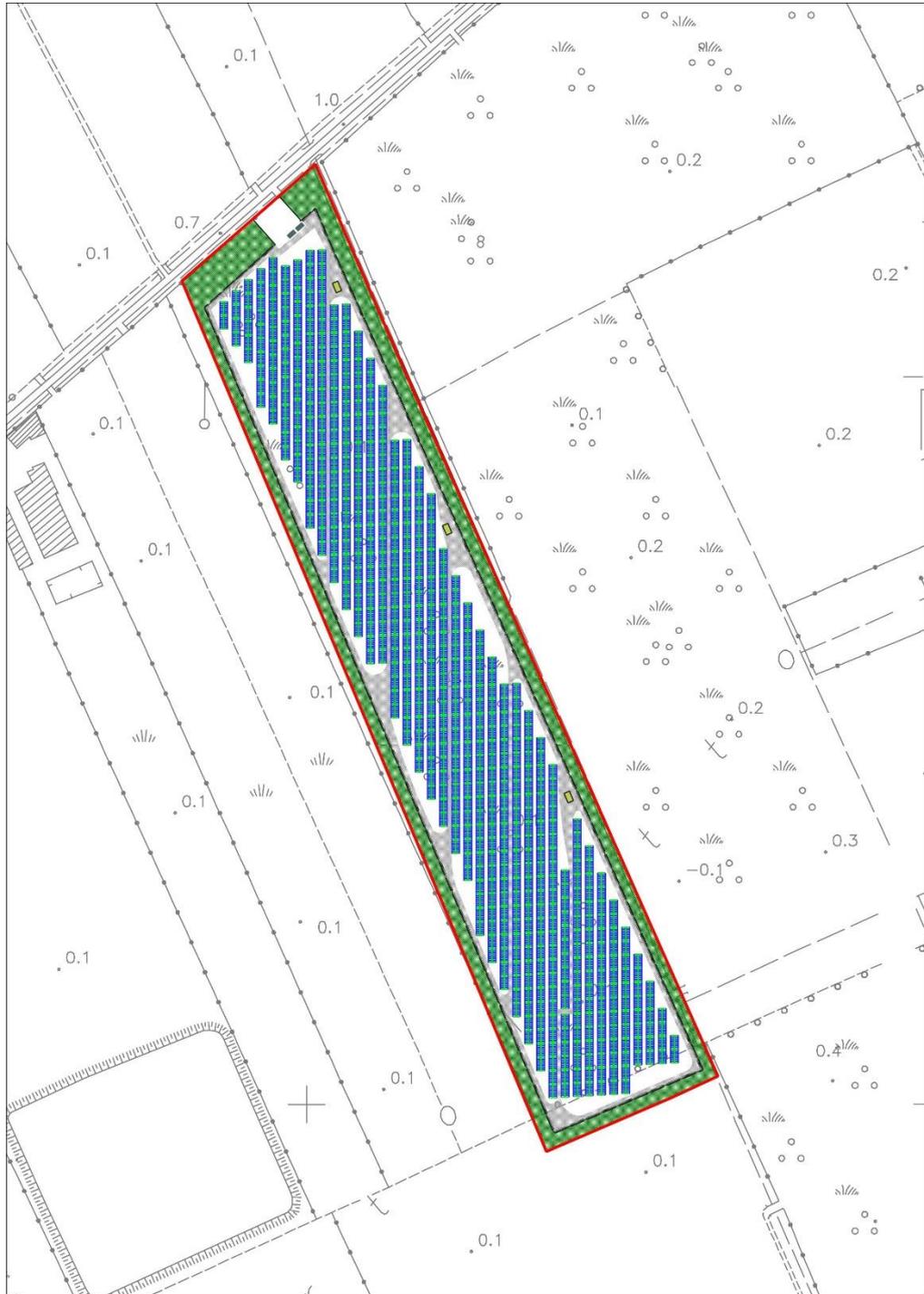


Figura 12 – Planimetria dell'impianto Campo FV - A

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

CAMPO FV - B – LOCALITÀ AUZONE, CANCELLO ED ARNONE (CE)

Il suddetto campo FV – B situato in località Auzone è costituito da:

Un generatore fotovoltaico composto da **8.640** moduli, suddiviso in 6 isole, costituite da **160** stringhe totali, ciascuna stringa sarà composta da **14** moduli, oltre che da cabine di campo e spazi di manovra per una superficie dell'intera centrale pari a **86.969 m²**;

Il numero di convertitori statici utilizzati sarà pari a **6**.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da **4** isole da **994,28 kW** e **2** isole da **1013,04 kW**.

Ciascuna isola sarà realizzata utilizzando moduli da **670 W**.

Ogni isola avrà un unico convertitore statico dimensionato in base alla potenza di ingresso. Gli inverter avranno potenza nominale d'ingresso di 841 – 1081 kWp.

Il collegamento tra i moduli che compongono ciascuna stringa sarà realizzato, per quanto possibile, con i cavi di cui sono dotati i moduli.

Ogni isola sarà composta da quadri di campo nei quali afferiranno le stringhe per il parallelo; in ogni quadro alloggeranno gli organi di sezionamento e protezione da sovracorrenti e sovratensioni.

Dai quadri di campo partiranno cavi interrati opportunamente dimensionati e connessi agli inverter. Gli stessi afferiranno, per ogni isola, ad un quadro di parallelo per gruppi di **2**. L'uscita in ca dai convertitori farà capo ad un quadro BT dal quale usciranno cavi che saranno connessi al primario di un trasformatore BT/MT di potenza **2.500 KVA**.

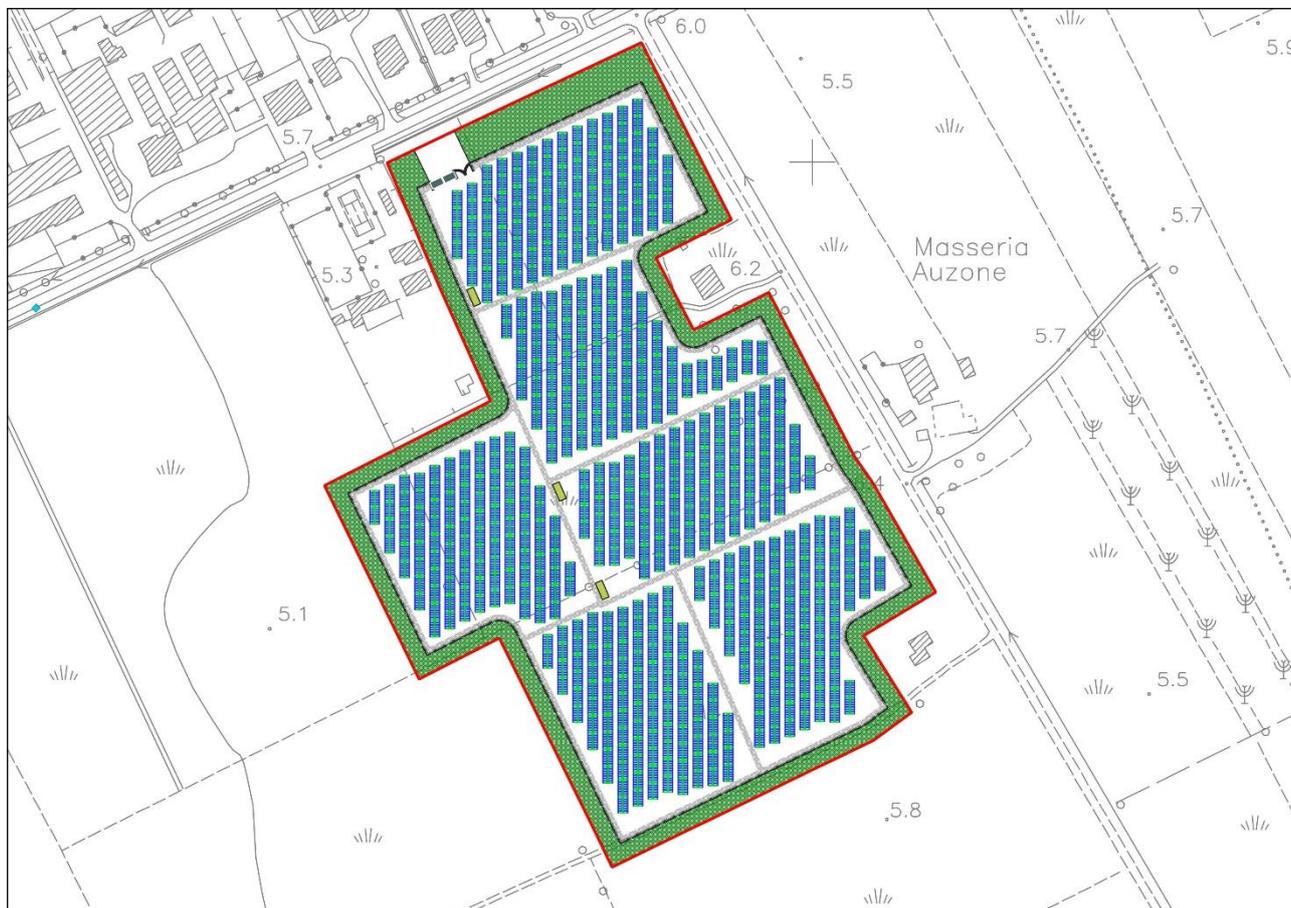


Figura 13 – Planimetria dell'impianto Campo FV – B

CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE

L'installazione dei pannelli fotovoltaici sarà realizzata su tracker ad asse singolo (Y) ancorati direttamente al suolo tramite pali infissi nel terreno senza utilizzo di alcun tipo di fondazione in cemento. Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a +/- 90° EST e avrà un'inclinazione variabile rispetto all'orizzontale di +/- 55°. Tale utilizzazione è la più idonea al fine di massimizzare la resa dell'impianto incrementando il rendimento di c.ca il 18%.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Il posizionamento dei pannelli sarà eseguito in modo da mantenere il fattore di riduzione delle ombre pari a 0,95, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

Tabella 8 - Dati relativi al posizionamento del generatore FV

Ancoraggio del generatore FV	Tracker monoassiali
Angolo di tilt del generatore FV	0°
Fattore di albedo	Erba secca
Fattore di riduzione delle ombre K ombre	0,95

Il parallelo avviene in cassette di stringa che saranno posizionate in posizione baricentrica rispetto al corrispondente gruppo al fine di equilibrare le cadute di tensione di ciascuna stringa.

La cassetta è costituita di materiale in poliestere rinforzato con fibra di vetro, ha una protezione di grado IP65, necessario per un impiego all'esterno in condizioni meteorologiche che potrebbero essere particolarmente avverse.

Il collegamento tra i capi delle stringhe ed i quadri di campo sarà realizzato con cavi con conduttore in rame elettrolitico stagnato, aventi alta resistenza agli agenti atmosferici, all'umidità e ai raggi UV, con elevato range di temperatura di esercizio di isolamento, in HEPR 120°C e guaina di protezione EVA 120°C (tipo FG21M21) denominati "solari" di sezione 6 mm², tenuto conto della distanza di ciascuna stringa dal relativo quadro di parallelo e della necessità di limitare le perdite nei cavi.

Ogni coppia di inverter sarà collegata ad un trasformatore BT/MT tramite linea trifase opportunamente sezionata e protetta.

I TR saranno protetti da interruttori automatici provvisti di protezioni di tipo 50 – 51 – 51N - 59N - 67N; gli stessi saranno dotati di organi di sezionamento e di interblocchi con collegamenti francamente a terra in caso di manovra.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Tutti i TR saranno collegati ad anello al nodo di rete MT gestito in modalità aperta. I collegamenti dei trasformatori saranno corredati di sezionatori entra ed esci, in modo da non interrompere la continuità in presenza di guasti e/o manutenzione.

L'interfaccia alla rete MT e-distribuzione sarà affidata ad un interruttore automatico (dispositivo di interfaccia) provvisto di relè di tipo 27 - 59 - 81 - 59N come previsto dalle Norme CEI ed in particolare dalla CEI 0-16 V.3 12/2012 (A 70). Il dispositivo di interfaccia PI sarà dotato di sezionatori che, in caso di manovra, si posizioneranno francamente a terra.

Il collegamento al nodo MT della rete e-distribuzione sarà protetto con un interruttore automatico PG (dispositivo generale) provvisto anch'esso di relè di protezioni tipo 50 - 51 - 51N - 67N come da norme CEI. Nel quadro di arrivo linea e-distribuzione si prevede una sezione di misura dell'energia prodotta e scambiata tra rete ed utente. Pertanto saranno previsti TA e TV nonché contatori di energia.

Inoltre, è previsto, dalla risalita sbarre, una derivazione atta ad alimentare una Trafo MT/BT corredato a sua volta da un Quadro di alimentazione con rispettivi interruttori atti al sezionamento dei servizi di centrale. Detta derivazione è corredata di sezionatore di linea la cui apertura posiziona la stessa nettamente a terra.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6. FASI DI PROGETTO

Si possono distinguere per il progetto in esame le fasi e sottofasi di realizzazione, esercizio e dismissione, riportate nella seguente tabella 5. Per ognuna delle fasi è restituita nei successivi sottoparagrafi una descrizione delle attività ad esse riferite.

Tabella 9 - Fasi e sottofasi di realizzazione, esercizio e dismissione

Fasi	Sottofasi
Fase di realizzazione	Preparazione del sito e allestimento cantiere
	Fornitura e posa in opera delle strutture di supporto dei moduli
	Fornitura e posa in opera dei moduli fotovoltaici
	Realizzazione collegamenti elettrici
	Realizzazione scavi e posa in opera dei pozzetti
	Rinterro degli scavi con compattazione
	Opere di mitigazione ambientale
	Scavo e realizzazione opere di fondazione
	Fornitura e posa in opera dei box prefabbricati
	Scavo a sezione obbligata per realizzazione elettrodotto
	Rinterro con materiale di risulta
	Installazione impianto di videosorveglianza
	Fornitura e posa in opera recinzione perimetrale
	Smobilizzo cantiere
Fase di esercizio	Funzionamento e manutenzione
Fase di dismissione	Rimozione dei collegamenti elettrici
	Rimozione dei moduli fotovoltaici
	Rimozione strutture di supporto dei moduli
	Rimozione cabine di campo
	Rimozione impianto di videosorveglianza

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.1. DESCRIZIONE ATTIVITÀ DI CANTIERE FASE DI REALIZZAZIONE

I lavori di realizzazione del progetto hanno una durata massima prevista pari a circa 180 giorni naturali e consecutivi. Tale durata sarà condizionata dall'approvvigionamento delle apparecchiature necessarie alla realizzazione dell'impianto (Principalmente Cabine di campo, Moduli Fotovoltaici e Tracker Monoassiali).

Le operazioni preliminari di preparazione del sito prevedono la verifica dei confini e il tracciamento della recinzione. Sulla base del progetto esecutivo, saranno tracciate le posizioni dei singoli pali di sostegno dei Tracker che saranno posti in opera attraverso opportune macchine operatrici (Battipalo). Successivamente all'infissione dei pali potranno essere montate le strutture degli Inseguitori Monoassiali. Si avvieranno, in seguito, le attività di piantumazione previste come opere di mitigazione ambientale.

Sarà, poi, realizzato lo scavo del tracciato dei cavidotti e le platee di fondazione per la posa delle cabine di campo, di raccolta e consegna.

Le ulteriori fasi prevedono, a meno di dettagli da definire in fase di progettazione esecutiva, il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al campo e la ricopertura dei tracciati, nonché la posa delle cabine di consegna e dei Locali Tecnici di Monitoraggio e Controllo nonché il montaggio degli impianti ausiliari (Videosorveglianza, Illuminazione Perimetrale e sistema di allarme).

Si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito di materiali e il posizionamento dei baraccamenti di cantiere.

L'accesso al sito avverrà utilizzando la esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti o allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere. A installazione ultimata, il terreno verrà lasciato allo stato naturale. Per le lavorazioni descritte è previsto un ampio ricorso a manodopera e ditte locali.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Di seguito si riporta una lista sequenziale delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione:

6.1.1. Preparazione del sito ed allestimento del cantiere

L'inizio delle attività di cantierizzazione prevede uno scavo a sezione aperta eseguito con mezzi meccanici finalizzato alla rimozione degli arbusti, allo sradicamento di ceppaie, alla regolarizzazione delle pareti secondo profili di progetto e allo spianamento del fondo.

Per dare conto alle lavorazioni è prevista l'individuazione dell'area di intervento, della viabilità interna e di accesso al cantiere. Allo stesso tempo è prevista la delimitazione dell'area di cantiere con la realizzazione di recinzioni temporanea. Dovranno, inoltre, essere realizzati i baraccamenti. Dovrà essere garantito, oltre alla viabilità, lo spazio necessario per la manovra, il trasporto, il carico e lo scarico dei materiali stessi. L'accesso nell'area di cantiere non deve essere permesso alle persone estranee alle lavorazioni. In un luogo di facile consultazione va esposto un cartello con indicazione dei numeri telefonici del più vicino comando dei Vigili del Fuoco, delle ambulanze e in generale degli enti da interpellare in caso di emergenza.

6.1.2. Opere di mitigazione ambientale

La fase successiva prevede le attività di piantumazione previste come opere di mitigazione ambientale. A perimetrare i lotti oggetto dell'impianto fotovoltaico verrà realizzata una siepe campestre ovvero un'infrastruttura verde che intrinsecamente svolge più funzioni.

La siepe campestre di progetto avrà una funzione agricola di produrre nettare e polline per le api. Per quanto riguarda le altre funzioni, la siepe svolgerà una funzione di mitigazione paesaggistica e fornirà habitat per l'avifauna e per la fauna selvatica.

È stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare lungo la fascia arborea perimetrale. Preliminarmente sono state scartate le specie suscettibili a Armillaria Mellea.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

Inoltre si consiglia di introdurre specie alloctone che potrebbero spontaneizzarsi. Quindi la scelta è caduta su specie che secondo gli studi fitoclimatici appartengono alla vegetazione potenziale di quell'area.

La scelta è quindi ricaduta sull'impianto di una bordura multifila costituita da essenze di altezza scalare a partire con le specie più alte dall'interno vs l'esterno.

Tali essenze, come già detto, saranno scelte in funzione del rispetto ideologico del biodinamico e comunque adatte a preservare la naturale caratteristica ambientale ed a favorire, come già detto, un habitat idoneo alla riproduzione faunistica ed alla ripopolazione delle api.

Per quanto concerne le essenze scelte si è optato per piante perfettamente adatte alla coltivazione in regime asciutto, quantomeno per le prime fasi di crescita, è previsto però l'impiego di un carro botte per l'irrigazione delle piantine nel periodo estivo.

I moduli di piante sono costituiti da specie arbustive alternate a specie arboree autoctone a carattere prevalentemente mesofilo (l'idea è ricaduta su Leccio e roverella) per le specie arboree e Nocciolo, corbezzolo e viburno per le arbustive. Questo modulo avrà una lunghezza unitaria pari a 40 m con circa 16 specie arboree e 16 arbustive. Il modula sarà così improntato: si partirà con l'impianto di una specie arborea, dopo una distanza di 2 metri verrà impiantata una specie arbustiva a cui seguirà un'altra specie arbustiva dopo 1 metro e una specie arborea dopo 2 metri, ripetendosi in maniera modulare.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.1.3. Fornitura e posa in opera delle strutture di supporto dei moduli

Si prevede di seguito picchettamento delle aree: i tecnici di cantiere, mediante l'impiego di strumentazioni topografiche con tecnologia GPS, individueranno i limiti e i punti significativi del progetto, utili al corretto posizionamento delle strutture di sostegno dei moduli FV,

L'installazione delle fondazioni delle strutture di supporto dei moduli avverrà tramite l'ausilio di macchine battipalo adatte allo scopo, verranno infissi nel terreno i pali di supporto delle strutture senza la necessità di scavi e/o utilizzo di calcestruzzo.

6.1.4. Fornitura e posa in opera dei moduli fotovoltaici

Una volta completata l'infissione nel terreno dei pali di fondazione delle strutture verrà effettuato il montaggio della sovrastruttura metallica su cui poi verranno fisicamente installati i moduli fotovoltaici tramite l'ausilio di idonei sistemi di fissaggio (clips, rivetti...).

I moduli fotovoltaici verranno distribuiti in campo dalle aree di stoccaggio con l'ausilio di mezzi meccanici e verranno poi installati da operai qualificati sulle strutture precedentemente completate. A seguito del montaggio meccanico dei moduli questi verranno cablati, attraverso i cavi forniti dal produttore ed installati sul retro dei pannelli, al fine di collegarli in stringhe da 15 moduli che poi andranno connesse ai quadri di campo.

6.1.5. Realizzazione collegamenti elettrici

Sarà prima di tutto realizzato l'impianto di terra ed equipotenziale. Esso sarà costituito da una corda di rame interrata lungo il perimetro dell'area di intervento ed integrata con picchetti, dai collettori di terra, dai conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali.

Saranno poi realizzati gli elettrodotti interni in particolare: i cavi AC in Bassa Tensione in arrivo dai quadri di campo verranno convogliati alle rispettive cabine di campo di riferimento dove verranno

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

parallelati in idonei Quadri di Parallelo BT e poi connessi ai Trasformatori BT/MT per l'elevazione della Tensione fino a 20 kV; le linee in Media Tensione dalle cabine di campo saranno convogliate alla Cabina Utente.

6.1.6. Realizzazione scavi e posa in opera dei pozzetti

A seconda del tipo di intensità elettrica che percorrerà i cavi interrati, la profondità dello scavo potrà variare da un minimo di 60 cm, per i cavi BT, ad un massimo di 120 cm per i cavi MT. Effettuato lo scavo si provvederà, se necessario, alla pulizia del fondo al fine di garantire l'appianamento della superficie. Il fondo dello scavo sarà ricoperto da uno strato di sabbia (circa 10 cm) al fine di proteggere i cavi e/o i corrugati da eventuali tagli e danneggiamenti dovuti dalla presenza di pietre; un analogo strato di sabbia verrà poi predisposto per garantire la medesima protezione durante la fase di chiusura delle trincee da effettuarsi tramite il riutilizzo del materiale scavato all'interno della stessa opera. Le zone principalmente interessate da questa lavorazione saranno quelle in prossimità della viabilità interna all'impianto, anche in funzione della successiva manutenzione in caso di guasti.

Si procederà inoltre alla posa in opera di pozzetti prefabbricati per il convogliamento delle canalizzazioni sopra descritte.

6.1.7. Rinterro degli scavi con compattazione

Effettuati gli scavi e posati gli elettrodotti si procederà al rinterro degli scavi con successiva compattazione.

Esso sarà eseguito con mezzi meccanici e materiali selezionati di idonea granulometria, scevri da sostanze organiche, tipicamente sarà riutilizzato il materiale proveniente dagli scavi qualora le sue caratteristiche organolettiche lo consentano. In caso contrario si procederà al conferimento in discarica del materiale di risulta e il rinterro avverrà tramite inerti provenienti da cava.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.1.8. Scavo e realizzazione opere di fondazione

Tramite l'utilizzo di macchine escavatrici e betoniere verranno realizzate le fondazioni atte ad ospitare i basamenti delle stesse; per la realizzazione verranno approntati tutti gli accorgimenti per evitare la filtrazione del calcestruzzo nel terreno durante il getto delle fondazioni.

6.1.9. Fornitura e posa in opera dei box prefabbricati

Successivamente è prevista la posa dei box prefabbricati: mediante l'impiego di auto gru verranno posate le Cabine di campo BT/MT e la Cabina di Raccolta e Consegna le quali, essendo strutture prefabbricate, verranno trasportate in campo con degli auto-articolati e quindi posizionate nelle fondazioni precedentemente approntate.

6.1.10. Scavo a sezione obbligata per realizzazione elettrodotto

A seguito di indagini con Georadar per il tracciamento dei sottoservizi si procederà alla realizzazione dello scavo per la posa in opera del cavidotto di connessione a 20 KV che seguirà l'andamento previsto nelle planimetrie allegate al presente studio. Il cavidotto di lunghezza pari a 7,85 km, si collegherà alla Cabina Primaria denominata "Castel Volturno" sita nel medesimo Comune (coordinate 41° 5'20.72"N 13°58'9.43"E). Lo scavo verrà realizzato con mezzi meccanici. Si effettuerà uno scavo a sezione costante (circa 0,5m) e profondità costante (circa 1,2m) su strada pubblica e/o banchina.

6.1.11. Rinterro con materiale di risulta

Effettuati gli scavi e posato il cavidotto si procederà al rinterro degli scavi e al ripristino della pavimentazione stradale.

Tipicamente sarà riutilizzato il materiale proveniente dagli scavi qualora le sue caratteristiche organolettiche lo consentano. In caso contrario si procederà al conferimento in discarica del materiale di risulta e il rinterro avverrà tramite inerti provenienti da cava.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.1.12. Installazione impianto di videosorveglianza

La sorveglianza e l'antintrusione dell'impianto fotovoltaico sarà realizzata mediante sistema totalmente integrato ed automatizzato. Il sistema centralizza ed integra la gestione del controllo accessi, degli impianti di antintrusione e del sistema di videocontrollo previsti a protezione del sito fotovoltaico. L'illuminazione perimetrale viene attivata unicamente in caso di intrusione e limitatamente alla zona di rilevamento dell'evento, in modo da scoraggiare eventuali intrusi.

6.1.13. Fornitura e posa in opera di recinzione perimetrale

L'installazione di recinzioni perimetrali permetterà di segregare le aree di cantiere. Esse saranno realizzate senza cordolo continuo di fondazione, limitando in questo modo scavi, sbancamenti e l'utilizzo di calcestruzzo.

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali battuti. In dettaglio, si prevede di realizzare una recinzione di tutta l'area di impianto e delle relative pertinenze. Si prevede di mantenere una distanza degli impianti dalla recinzione medesima, quale fascia di protezione e schermatura, di cui opere di mitigazione e di viabilità perimetrale.

6.1.14. Smobilizzo cantiere

In questa fase si procederà alla rimozione delle aree di cantiere secondarie: verranno ripristinate allo stato di fatto le aree utilizzate temporaneamente come aree temporanee di stoccaggio materiali e quelle utilizzate per accogliere le varie cabine di servizio per il personale addetto.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

6.2. DESCRIZIONE FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE

La gestione dell'impianto comprenderà le seguenti lavorazioni, alcune delle quali durante l'arco dell'anno avranno cadenza regolare e ripetitiva, altre varieranno col variare delle le esigenze stagionali e/o meteorologiche, altre ancora presenteranno un carattere di continuità:

- attività di controllo e vigilanza dell'impianto che si protrarrà per l'intero arco della giornata (24 ore) tramite la verifica a vista diretta e/o con l'ausilio di sistemi integrati di sorveglianza e di informatizzazione (video-sorveglianza, controllo remoto, sistemi automatici di allarme, ecc.);
- monitoraggio giornaliero della funzionalità tecnica e produttiva dell'impianto;
- controllo visivo e verifica dei componenti elettrici costituenti l'impianto, sia per quello che concerne la produttività che la protezione;
- pulizia dei moduli (o pannelli) ogni qualvolta le condizioni climatico-atmosferiche lo dovessero richiedere (successivamente a precipitazioni piovose ad alta concentrazione di fanghi e sabbie o nei periodi particolarmente siccitosi e polverosi), tramite lavaggio da effettuarsi con ausilio di botte irroratrice (carro botte trainato da trattore a ruote) al fine di garantire la pressione necessaria (almeno 10 bar) in grado di asportare le impurità sugli specchi. Per il lavaggio non verranno usati additivi o solventi di nessun tipo;
- mantenimento del terreno con la trinciatura del manto erboso, lo sfalcio dei corridoi situati tra le due file contigue di pannelli sarà effettuato con adeguato macchinario, mentre al di sotto dei pannelli medesimi verrà utilizzato eventuale decespugliatore azionato a mano. L'erba tranciata verrà lasciata sul terreno allo scopo di costituire un'ideale pacciamatura superficiale. Di norma, si prevedono uno o due sfalci durante l'anno da compiersi nel periodo più opportuno per non interferire con i cicli riproduttivi e con le catene alimentari della fauna selvatica presente nel comprensorio;
- monitoraggio degli effetti della presenza dell'impianto a regime.

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

La direzione ed il controllo degli interventi di manutenzione saranno eseguiti da un tecnico che avrà il compito di monitorare l'impianto, effettuare visite mensili, ed in seguito a tali visite, coordinare le manutenzioni.

6.3. DESCRIZIONE FASE DI DISMISSIONE E RIMESSA IN PRISTINO

La durata massima dell'impianto oggetto di valutazione è ipotizzabile in circa 30 anni e la sua dismissione sarà ovviamente rappresentata dallo smontaggio e rimozione di tutte le componenti a suo tempo impiegate per la costruzione e l'esercizio, al fine di ripristinare lo stato originale dei luoghi. Al momento, ed in prospettiva futura, il proponente allega un computo metrico contenente le indicazioni di massima circa lo smontaggio ed il recupero dei materiali utilizzati riportato in allegato alla presente. Per le componenti tecnologiche (pannelli in silicio cristallino, filamenti e apparecchiature elettriche, strutture metalliche, ecc.) si prevede un riciclaggio pressoché totale. Le restanti porzioni (cabine prefabbricate, eventuali platee in conglomerato cementizio, pozzetti in cls, ecc.) saranno invece smaltite tramite il conferimento a strutture specializzate ed autorizzate. Per tali opere di smantellamento (visto la loro modestia rispetto a quella di installazione) si prevedono, a differenza di quelli ipotizzati per la costruzione, tempi notevolmente più brevi e meno impattanti sotto ogni profilo con particolare riguardo alla pressione acustica esercitata ed all'impiego di manovalanza e mezzi d'opera nel luogo (per durata e quantità). I metodi e le specifiche operazioni di dismissione di questo impianto (parte propriamente tecnologica) andranno comunque valutati con la dovuta attenzione al momento opportuno, in virtù degli sviluppi tecnologici che si potranno registrare nel futuro.

6.3.1. Costi di Dismissione e Ripristino

Ai fini della stima dei costi di dismissione e ripristino dell'area sono state prese in considerazione le incidenze generate dalla manodopera e dai mezzi. Il costo di dismissione stimato

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

per MW di potenza è di € 46.990,00, che, rapportato alla potenza dell'impianto in parola, determina un importo complessivo pari ad € 561.953,41.

Tabella 10 – Costi di dismissione e ripristino per MW

Dettaglio attività	Descrizione	Tot
Messa in sicurezza del cantiere e disconnessione principali componenti elettrici	Smontaggio	
	144 ore operaio a 30 €/h	4.320,00 €
Smontaggio e smaltimento pannelli	Smaltimento	/ €
	Smontaggio	
	144 ore operaio a 30 €/h	4.320,00 €
	90 ore autocarro con operatore a 45 €/h	4.320,00 €
Smontaggio e smaltimento dei sistemi di supporto dei pannelli e dei relativi ancoraggi	Smaltimento	/ €
	Smontaggio	
	112 ore operaio a 30 €/h	3.360,00 €
	112 ore autocarro con operatore a 45 €/h	5.040,00 €
	56 ore escavatore con operatore a 50 €/h	5.600,00 €
	Smontaggio ancoraggi	
	56 ore autocarro con operatore a 45 €/h	2.700,00 €
56 ore escavatore con operatore a 50 €/h	2.800,00 €	
Smontaggio e smaltimento di tutte le parti elettriche	Smaltimento	/ €
	Smontaggio	
	22 ore operaio a 30 €/h	660,00 €
	30 ore autocarro con operatore a 45 €/h	1.350,00 €
	30 ore escavatore con operatore a 50 €/h	1.500,00 €
Demolizione e smaltimento cabine prefabbricate e delle opere civili annesse	Smaltimento	/ €
	Demolizione	
	20 ore autocarro con operatore a 45 €/h	900,00 €
	20 ore escavatore con operatore a 50 €/h	1.000,00 €
Smantellamento: recinzione, videosorveglianza, magli di messa a terra e relativo smaltimento	Smaltimento	/ €
	c.a. con il 10% di impurità (metallo, pvc)	600,00 €
	Smontaggio	

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

7. ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

Lo sviluppo del fotovoltaico e della "green economy" in generale contribuisce alla ripresa delle attività produttive e a contrastare il calo dell'occupazione in Italia, soprattutto in questa fase della crisi economica aggravata dal COVID-19.

L'impianto in oggetto, se realizzato, determinerà un aumento dell'occupazione locale sia nella fase di costruzione, sia nella fase di esercizio impiantistico.

Gli effetti per quanto riguarda l'ambito socio-economico sono positivi in considerazione del fatto che saranno valorizzate maestranze e imprese locali per appalti nelle zone interessate dal progetto, tanto nella fase di costruzione quanto nelle operazioni di gestione e manutenzione. Verranno impiegate le seguenti figure professionali:

- Preposti e responsabili alla direzione del cantiere
- Operai edili (muratori, carpentieri, addetti a macchine movimento terra)
- Topografi
- Eletttricisti generici e specializzati
- Coordinatori
- Progettisti
- Personale di sorveglianza
- Operai agricoli

Successivamente, durante il periodo di normale esercizio dell'impianto, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso. Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza. Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. La tipologia di figure

	Relazione Tecnica	Codice Elaborato: C_025027_INT_R_02
	Progettazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza complessiva 11.959 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone	Data: 08/2023

professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e operai agricoli/giardinieri per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto (taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.).

Ragionando in termini conservativi, senza neanche considerare le attività correlate a quella della costruzione, esercizio per circa 30 anni, e dismissione della centrale fotovoltaica, l'impatto socio-economico dell'intervento in oggetto, risulta essere positivo e compatibile con l'attuale scenario di sviluppo prospettico socio-economico dei comuni di Castel Volturno e Canello ed Arnone e dell'area geografica cui essi appartengono.

8. CONCLUSIONI

Gli impianti fotovoltaici non costituiscono di per sé effetti impattanti e deleteri per l'ambiente, anzi in linea di massima portano benessere, opportunità e occupazione; inoltre la vita utile di un impianto fotovoltaico è limitata a circa 30 anni, dopodiché tutto il sistema è reversibile con il ripristino delle condizioni ambientali *ante-operam*.

Viste le condizioni ambientali esistenti, l'attività di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica in oggetto ha un ritorno elevato per la collettività sulla conservazione dell'ambiente naturale.

Si può concludere che la **realizzazione dell'impianto FV** rientra a tutti gli effetti nella nuova strategia energetica nazionale (SEN), condivisa da tutti gli stati membri Europei, di raggiungere il 30% di produzione di elettrica da fonti rinnovabili entro il 2030.

Lo sviluppo del fotovoltaico e della "green economy" in generale contribuisce alla ripresa delle attività produttive e a contrastare il calo dell'occupazione in Italia.