

Regione
Sardegna



COMUNE DI
GONNOSFANADIGA



COMUNE DI
GUSPINI



Provincia
Sud Sardegna



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 24.307,92 KWp DA REALIZZARE NEI COMUNI DI GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Quadro di riferimento progettuale

ELABORATO

AM01
prog

PROPONENTE:

DSIT17

DS ITALIA 17 SRL

Sede legale: Roma (RM)

Via del Plebiscito n. 112 - CAP 00186

P.IVA 16658161001

dsitalia17@legalmail.it

PROGETTISTI:

ATECH
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Via Caduti di Nassiriya 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsr@legalmail.it



DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA



Consulenti:

Dott. Agr. Paolo MESSINA

Dott. ssa Archeologa Adele BARBIERI

Dott. Geol. Simone ASONI

Dott. Rocco CARONE

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE:

MVP SOLAR

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	SETT 2023	B.B.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

Progetto	<i>Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 24.307,92 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)</i>				
Regione	<i>Sardegna</i>				
Comune	<i>Gonnosfanadiga e Guspini (SU)</i>				
Proponente	<i>DS Italia 17 srl Sede Legale Via del Plebiscito 112 00186 Roma (RM)</i>				
Redazione SIA	<i>ATECH S.R.L. – Società di Ingegneria e Servizi di Ingegneria Sede Legale Via Caduti di Nassirya, 55 70124 Bari (Italy)</i>				
Documento	<i>Studio di Impatto Ambientale – Quadro Riferimento Progettuale</i>				
Revisione	<i>00</i>				
Emissione	<i>Settembre 2023</i>				
Redatto	<i>B.B. - M.G.F. – ed altri</i>	Verificato	<i>A.A.</i>	Approvato	<i>O.T.</i>
Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Ing. Alessandro Antezza Ing. Rosiana Aquilino Arch. Berardina Boccuzzi Ing. Alessandrina Ester Calabrese Arch. Claudia Cascella Dott. Anna Castro Ing. Cataldo Colamartino Dott. Naturalista Maria Grazia Fracalvieri Ing. Emanuela Palazzotto Ing. Orazio Tricarico</i>				
Verificato:	<i>Ing. Alessandro Antezza (Socio di Atech srl)</i>				
Approvato:	<i>Ing. Orazio Tricarico (Amministratore Unico e Direttore Tecnico di Atech srl)</i>				

Questo rapporto è stato preparato da Atech Srl secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.

Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Atech Srl non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.

Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di DS Italia 17 srl, Atech Srl non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Atech Srl.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Atech Srl non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.



1. PREMESSA	5
2. ITER AUTORIZZATIVO	5
3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	6
3.1. ADESIONE ALLA STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (SEN)	6
3.2. PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)	8
3.3. RAPPORTO TRA AGRICOLTURA E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE	11
3.4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	14
3.5. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA AGROVOLTAICO	19
3.5.1. <i>PIANO COLTURALE DI PROGETTO</i>	19
3.5.2. <i>OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO</i>	20
3.5.3. <i>UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO</i>	23
3.5.4. <i>VERIFICA DI COERENZA CON I REQUISITI DELLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI</i>	28
3.6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	33
3.6.1. <i>STUDIO DEL POTENZIALE SOLARE</i>	33
3.6.2. <i>DESCRIZIONE GENERALE</i>	34
3.6.3. <i>GENERATORE FOTOVOLTAICO</i>	35
3.6.4. <i>CONVERTITORE CC/CA</i>	35
3.6.5. <i>QUADRO DI STRINGHE IN CORRENTE CONTINUA</i>	38
3.6.6. <i>STRUTTURE PORTA-PANNELLI</i>	38
3.7. STAZIONI DI ENERGIA	42



3.7.1.	SCOMPARTO DI AT	43
3.7.2.	DISPOSITIVO GENERALE.....	44
3.7.3.	PROTEZIONE GENERALE	44
3.7.4.	PROTEZIONI DI INTERFACCIA	45
3.7.5.	PROTEZIONI RETE MEDIA TENSIONE.....	45
3.8.	ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA	46
3.8.1.	ILLUMINAZIONE GENERALE	46
3.8.2.	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA.....	46
3.9.	F.M. E TERRA DI PROTEZIONE	46
3.9.1.	QUADRERIE	46
3.9.2.	PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO DAL SOVRACCARICO E DAI CONTATTI INDIRETTI	47
3.9.3.	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CA	48
3.9.4.	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CC.....	49
3.9.5.	RETE DI PROTEZIONE DI TERRA	50
3.10.	PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO A 36 kV	51
3.10.1.	MODALITÀ DI POSA	53
3.11.	FASE DI CANTIERE	54
3.12.	FASE DI ESERCIZIO	55
3.13.	FASE DI DISMISSIONE - RICICLO COMPONENTI E RIFIUTI	55
3.13.1.	RIMOZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI.....	56



3.13.2.	<i>RIMOZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO</i>	<i>57</i>
3.13.3.	<i>IMPIANTO E APPARECCHIATURE ELETTRICHE</i>	<i>57</i>
3.13.4.	<i>LOCALI PREFABBRICATI, CABINE DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI IMPIANTO</i>	<i>58</i>
3.13.5.	<i>RECINZIONE AREA</i>	<i>58</i>
3.13.6.	<i>VIABILITÀ INTERNA.....</i>	<i>59</i>
3.13.7.	<i>COLTURE PERIMETRALI.....</i>	<i>59</i>
3.13.8.	<i>DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI.....</i>	<i>59</i>
4.	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	60
5.	ANALISI DEI BENEFICI	63
5.1.	VANTAGGI AMBIENTALI	63
5.2.	VANTAGGI SOCIO-ECONOMICI	63
6.	ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	65
7.	CONCLUSIONI	71



1. PREMESSA

Il presente documento, che costituisce il **Quadro di Riferimento Progettuale dello Studio di Impatto Ambientale**, è redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. nell'ambito del Procedimento di Valutazione di impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., relativamente al **progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 24.307,92kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nei comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)**.

Come indicato nel preventivo di connessione Codice Pratica: 202202339 l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" da realizzare nel comune di Guspini (SU).

La società proponente è **DS Italia 17 srl** con sede legale in Via del Plebiscito 112 – 00186 Roma (RM).

2. ITER AUTORIZZATIVO

In ragione della potenza nominale caratterizzante le opere di progetto, l'impianto è soggetto al rilascio di Autorizzazione Unica, da parte della Regione Basilicata, mentre dal punto di vista delle norme vigenti in materia di tutela di ambiente, paesaggio e patrimonio storico-artistico, l'opera rientra nel campo di applicazione della normativa in materia di VIA e nello specifico l'intervento è soggetto:

- **ai sensi dell'Allegato II Parte II del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., come modificato dalla Legge n. 108 del 2021, punto 2)** essendo un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, l'intervento proposto rientra tra quelli da sottoporre a una **Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale**;

Pertanto, sulla base della norma vigente, l'impianto è soggetto ad una procedura di **Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale**.



Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato, quindi, predisposto in conformità ai contenuti e criteri riportati nell'Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il quadro di riferimento progettuale è stato redatto conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 46 del 22 gennaio 2019.

In esso si descrivono il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessata.

Sono descritti gli elementi di progetto e le motivazioni assunte dal proponente nella definizione dello stesso, le caratteristiche tecniche alla base delle scelte progettuali, le misure, i provvedimenti e gli interventi, anche non strettamente riferibili al progetto, che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

Si precisa ad ogni modo che per una descrizione maggiormente dettagliata degli elementi che costituiscono le opere a farsi, è possibile fare riferimento agli elaborati tecnici del progetto definitivo.

3.1. Adesione alla Strategia Energetica Nazionale (SEN)

Con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 novembre 2017, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

La Strategia Energetica Nazionale 2017 pone un orizzonte di azioni da conseguire al 2030 che, coerentemente con il Piano dell'Unione Europea, si incentra sui seguenti obiettivi:

1. migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;



2. raggiungere e superare in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21:

- a. promuovendo l'ulteriore diffusione delle tecnologie rinnovabili;
- b. favorendo interventi di efficienza energetica che permettano di massimizzare i benefici di sostenibilità e contenere i costi di sistema;
- c. Accelerando la de-carbonizzazione del sistema energetico;
- d. incrementando le risorse pubbliche per ricerca e sviluppo tecnologico nell'ambito delle "energie pulite";

3. continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche.

Il raggiungimento di questi obiettivi presuppone alcune condizioni necessarie e azioni trasversali, come:

- azioni di semplificazione e razionalizzazione della regolamentazione per garantire la realizzazione delle infrastrutture e degli impianti necessari alla transizione energetica, senza tuttavia indebolire la normativa ambientale e di tutela del paesaggio e del territorio né il grado di partecipazione alle scelte strategiche;
- stimolazione continua del miglioramento sul lato dell'efficienza e adozione di misure a sostegno della competizione fra tecnologie che rendano economicamente più sostenibile la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- perseguire la compatibilità tra obiettivi energetici e tutela del paesaggio dando priorità all'uso di aree industriali dismesse, capannoni e tetti, oltre che ai recuperi di efficienza degli impianti esistenti per lo sviluppo del comparto eolico e fotovoltaico;
- monitorare e governare le ripercussioni a livello occupazionale provocate dalla transizione energetica.



Il progetto oggetto di studio risulta coerente con gli obiettivi di strategia energetica nazionale in quanto promuove l'uso delle tecnologie rinnovabili per la produzione di energia elettrica.

3.2. Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)

Il Piano è un programma di investimenti che l'Italia e gli altri stati dell'Unione europea hanno consegnato alla Commissione UE per accedere alle risorse del Recovery fund. Il Piano è stato inviato dall'Italia alla Commissione europea dopo essere stato approvato dal Consiglio dei Ministri il 29 aprile 2021. Tra le 6 missioni previste dal Piano la seconda è incentrata su "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica", per la quale è prevista l'allocazione di circa il 40% delle risorse finanziarie previste dal Dispositivo per la Ripresa e Resilienza del programma Next Generation EU. Tale missione è volta a realizzare la transizione verde ed ecologica della società e dell'economia per rendere il sistema sostenibile e garantire la sua competitività, infatti, con l'accordo di Parigi, i Paesi di tutto il mondo si sono impegnati a limitare il riscaldamento globale a 2°C, e idealmente si vuole fare il possibile per limitarlo ulteriormente a 1,5° C, rispetto ai livelli preindustriali. Per raggiungere questo obiettivo, l'Unione Europea attraverso lo European Green Deal (COM/2019/640 final) ha definito nuovi obiettivi energetici e climatici estremamente ambiziosi che prevedono la riduzione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG) al 55 per cento nel 2030 e la neutralità climatica nel 2050. L'Italia è particolarmente esposta ai cambiamenti climatici, pertanto, deve accelerare il percorso sia verso la neutralità climatica nel 2050 che verso una maggiore sostenibilità ambientale. Ci sono comunque già stati alcuni progressi significativi. Infatti, nel periodo 1990-2019, le emissioni totali di gas serra in Italia si sono ridotte del 19% (Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry), passando da 519 Mt CO_{2eq} a 418 Mt CO_{2eq}. Di queste le emissioni del settore delle industrie energetiche rappresentano circa il 22%, quelle delle industrie manifatturiere il 12% con riferimento ai consumi energetici e l'8% con riferimento ai processi industriali, quelle dei trasporti il 25%, mentre quelle del civile (residenziale, servizi e consumi energetici agricoltura) rappresentano il 19% circa. Tale riduzione è un risultato importante, ma sono necessari ulteriori sforzi per poter raggiungere gli obiettivi 2030 e 2050 e i nuovi obiettivi target del PNIEC in aggiornamento. Il PNRR vuole rendere il sistema italiano più sostenibile nel lungo termine, tramite la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori. Quest'obiettivo implica accelerare l'efficientamento energetico; incrementare la quota di



energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, sia con soluzioni decentralizzate che centralizzate (incluse quelle innovative ed offshore); sviluppare una mobilità più sostenibile; avviare la graduale decarbonizzazione dell'industria, includendo l'avvio dell'adozione di soluzioni basate sull'idrogeno, in linea con la Strategia europea. Il Governo intende sviluppare una leadership tecnologica e industriale nelle principali filiere della transizione (sistemi fotovoltaici, turbine, idrolizzatori, batterie) che siano competitive a livello internazionale e consentano di ridurre la dipendenza da importazioni di tecnologie e creare occupazione e crescita. Pertanto, l'obiettivo principale della missione è contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso cinque linee di riforme e investimenti. Tra i diversi obiettivi del PNRR spicca la "Semplificazione e razionalizzazione delle normative in materia ambientale", in particolare delle disposizioni concernenti la VIA. Si precisa, infatti, che le norme vigenti prevedono procedure di troppo lunga durata, che ostacolano la realizzazione di interventi sul territorio nazionale. Le modalità per semplificare le procedure, "si prevede di sottoporre le opere previste dal PNNR ad una speciale VIA statale che assicuri una velocizzazione dei tempi di conclusione del procedimento, demandando a un'apposita Commissione lo svolgimento delle valutazioni in questione attraverso modalità accelerate, come già previsto per il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC 2030). Inoltre, viene ulteriormente ampliata l'operatività del Provvedimento Unico in materia Ambientale ("PUA"), il quale, venendo a sostituire ogni altro atto autorizzatorio, deve divenire la disciplina ordinaria non solo a livello regionale, ma anche che prevedono la riduzione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG) al 55 per cento nel 2030 e la neutralità climatica nel 2050. L'Italia è particolarmente esposta ai cambiamenti climatici, pertanto, deve accelerare il percorso sia verso la neutralità climatica nel 2050 che verso una maggiore sostenibilità ambientale. Ci sono comunque già stati alcuni progressi significativi. Infatti, nel periodo 1990-2019, le emissioni totali di gas serra in Italia si sono ridotte del 19% (Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry), passando da 519 Mt CO_{2eq} a 418 Mt CO_{2eq}. Di queste le emissioni del settore delle industrie energetiche rappresentano circa il 22%, quelle delle industrie manifatturiere il 12% con riferimento ai consumi energetici e l'8% con riferimento ai processi industriali, quelle dei trasporti il 25%, mentre quelle del civile (residenziale, servizi e consumi energetici agricoltura) rappresentano il 19% circa. Tale riduzione è un risultato importante, ma sono necessari ulteriori sforzi per poter raggiungere gli obiettivi 2030 e 2050 e i nuovi obiettivi target del PNIEC in aggiornamento.



Il PNRR vuole rendere il sistema italiano più sostenibile nel lungo termine, tramite la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori. Quest'obiettivo implica accelerare l'efficientamento energetico; incrementare la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, sia con soluzioni decentralizzate che centralizzate (incluse quelle innovative ed offshore); sviluppare una mobilità più

sostenibile; avviare la graduale decarbonizzazione dell'industria, includendo l'avvio dell'adozione di soluzioni basate sull'idrogeno, in linea con la Strategia europea.

Il Governo intende sviluppare una leadership tecnologica e industriale nelle principali filiere della transizione (sistemi fotovoltaici, turbine, idrolizzatori, batterie) che siano competitive a livello internazionale e consentano di ridurre la dipendenza da importazioni di tecnologie e creare occupazione e crescita. Pertanto, l'obiettivo principale della missione è contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso cinque linee di riforme e investimenti.

Tra i diversi obiettivi del PNRR spicca la "Semplificazione e razionalizzazione delle normative in materia ambientale", in particolare delle disposizioni concernenti la VIA. Si precisa, infatti, che le norme vigenti prevedono procedure di troppo lunga durata, che ostacolano la realizzazione di interventi sul territorio nazionale. Le modalità per semplificare le procedure, "si prevede di sottoporre le opere previste dal PNRR ad una speciale VIA statale che assicuri una velocizzazione dei tempi di conclusione del procedimento, demandando a un'apposita Commissione lo svolgimento delle valutazioni in questione attraverso modalità accelerate, come già previsto per il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC 2030). Inoltre, va ulteriormente ampliata l'operatività del Provvedimento Unico in materia Ambientale ("PUA"), il quale, venendo a sostituire ogni altro atto autorizzatorio, deve divenire la disciplina ordinaria non solo a livello regionale, ma anche a livello statale. Si intende, inoltre, rafforzare la capacità operativa del nuovo Ministero della transizione ecologica (MITE). Il passaggio al MITE delle competenze in materia di energia consentirà una disciplina unitaria dei relativi procedimenti autorizzatori. Una simile integrazione tra le competenze in materia di ambiente e quelle in materia di energia appare idonea ad assicurare una significativa semplificazione dell'ordinamento e, con essa, una crescita sostenibile del Paese in armonia con la realizzazione della transizione ecologica. Il progetto proposto concorre al raggiungimento degli obiettivi di riduzione di emissioni di gas climalteranti e all'incremento di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, comuni alla SEN, al PNIEC e al PNRR.



3.3. Rapporto tra agricoltura e produzione di energia elettrica da fonte solare

Il rapporto tra agricoltura e produzione di energia elettrica si è evoluto nel corso degli anni e dal 2020 si sviluppa su un indirizzo tracciato dal legislatore, volto ad assicurare la coesistenza sul suolo dell'attività agropastorale e dell'attività di generazione di energia elettrica. Questo risultato è divenuto possibile grazie a un nuovo schema di progettazione, che designa una nuova tipologia di impianti: gli impianti agrivoltaici. Gli impianti agrivoltaici sono caratterizzati dal punto di vista strutturale dall'essere elevati da terra e dall'essere installati in modo da formare file adeguatamente distanziate tra loro, così da assicurare lo svolgimento delle attività agricole nello spazio sottostante e il passaggio dei mezzi meccanici. Grazie agli impianti agrivoltaici si assicurano adeguate risorse agli agricoltori o allevatori/pastori, evitando l'abbandono delle attività agropastorale e consentendo nuovi e più proficui sviluppi di queste attività in sinergia con l'attività di generazione di energia elettrica. Negli anni 2010-2012 si è registrata una diffusione degli impianti fotovoltaici, soprattutto di impianti fotovoltaici collocati a terra. Il modello seguito prevedeva impianti progettati in modo da sfruttare al massimo il suolo, concentrando in una superficie limitata l'installazione della maggiore potenza possibile, prevedendo pannelli posti alla distanza minima per evitare gli ombreggiamenti. Questo modello progettuale prevedeva la massimizzazione dell'attività di produzione di energia elettrica e di sfruttamento del suolo a tale fine. Per disincentivare questo modello, venne eliminata la possibilità di accesso agli incentivi del quarto conto energia gestiti dal GSE. A distanza di quasi dieci anni, è stato ripensato l'utilizzo del suolo e grazie alla previsione di nuovi modelli di layout, caratterizzati da moduli fotovoltaici elevati da terra, installati su file di sostegni adeguatamente distanziate, è stata introdotta la nuova tipologia di impianti fotovoltaici: gli impianti agrivoltaici. Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare



fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo. Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti. Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard. La definizione di agrivoltaico è stata recentemente riconosciuta dal legislatore, che ne ha stabilito le peculiarità e differenze rispetto ad altre tipologie di impianti. Nello specifico l'articolo 31 del D.L. 77/2021, convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agro-fotovoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia pulita riconoscendo la possibilità di accesso a premialità statali. Nello specifico, gli impianti agro-fotovoltaici sono definiti tali qualora "adottino soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione". Sempre ai sensi della su citata legge, gli impianti devono essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate."

Tale definizione, consente un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agro-fotovoltaico con moduli elevati da terra che possano abbinarsi alla coltivazione delle superfici interessate dall'impianto.



Mentre gli impianti fotovoltaici collati a terra massimizzano l'uso del suolo per la generazione di energia elettrica, mediante l'installazione di moduli vicini fra loro, alla distanza minima che eviti l'ombreggiamento fra i moduli, escludendo la possibilità di svolgere sul suolo l'attività agricola, l'agrovoltaico si adatta alle esigenze della produzione agricola. Il layout dell'impianto prevede moduli elevati da terra tra loro adeguatamente distanziati più porosa, in modo da tenere conto di esigenze diverse: da un lato il rendimento energetico, dall'altro quello della produzione agricola, realizzando un compromesso nel progettare la trasmissione della radiazione luminosa. In questa prospettiva, l'utilizzo di impianti ad inseguimento, consentono nell'arco della giornata di variare l'ombreggiamento del suolo, a vantaggio delle colture sottostanti.

La misura dell'elevazione da terra è da determinare in funzione dell'altezza necessaria a consentire la pratica agricola. In particolare, infatti, le *Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici* prevedono le caratteristiche e i requisiti che gli impianti agrivoltaici devono rispettare per rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi. Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;



- REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Come illustrato dettagliatamente nel paragrafo 3.5 l'impianto in progetto soddisfa i requisiti sopra riportati, definendosi quindi come ***impianto agrivoltaico avanzato***.

3.4. Inquadramento territoriale

L'iniziativa oggetto del presente studio prevede il **progetto integrato di un impianto agrifotovoltaico e relative opere di connessione alla RTN** da realizzare nei territori dei **Comune di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)**.

L'impianto fotovoltaico in progetto è connesso ad un progetto di valorizzazione agricola caratterizzato dalla presenza di aree coltivabili ad erbai tra le strutture di sostegno (interfile) e fasce arboree perimetrali costituite da oliveti e arbusti mediterranee, per la mitigazione visiva dell'impianto: la scelta progettuale consente una soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile, che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico.

Il progetto integrato con l'impianto fotovoltaico, *rende più efficiente l'uso dell'energia nell'agricoltura e nell'industria alimentare, e favorisce l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili ed altresì contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.*



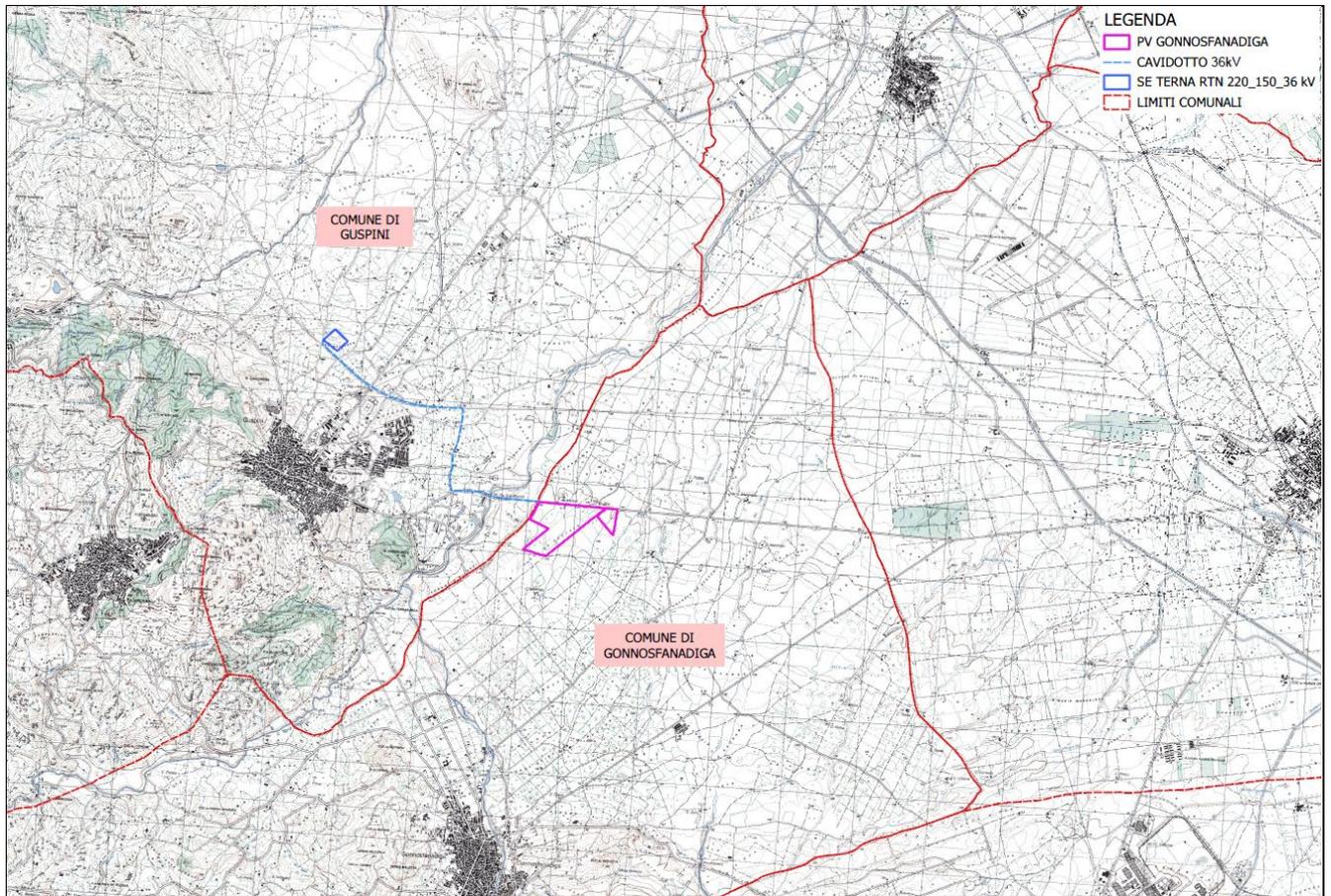


Figura 3-1: Inquadramento territoriale su IGM delle opere in progetto

Il sito interessato dall'impianto è raggiungibile direttamente dalla SS197. La superficie lorda dell'area di intervento è di circa **45 ha destinata complessivamente al progetto agro-energetico** e sarà costituito da un unico lotto dotato di recinzione e alberatura perimetrale.

Le superfici interessate dall'intervento sono individuate dai seguenti catastali:

COMUNE DI GONNOSFANADIGA			
FOGLIO	PARTICELLA	SUP (ha are ca)	COLTURA
111	3	5 55 07 6 43	AA SEMINATIVO AB PASCOLO
111	2	11 56 3 1 30 52	AA SEMINATIVO AB PASCOLO
111	21	3 29 11 35 89	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG



111	20	3 00 00 65 00	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG
111	18	1 30 00 4 51 00	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG
111	19	13 74 75	SEMINATIVO

L'area di impianto si trova ad un'altitudine media di m 107 s.l.m. e le coordinate geografiche sono le seguenti:

39°32'10.38"N

8°40'22.11"E

Il Punto di connessione presso la nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" sarà realizzata nel comune di Guspini (SU) alle seguenti coordinate:

39°33'21.63"N

8°38'0.92"E

Il cavidotto di connessione che collegherà l'impianto fotovoltaico al punto di connessione avrà una lunghezza complessiva di circa 4,6 km e sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 36kV.





Figura 3-2: Inquadramento territoriale su ortofoto delle opere in progetto

Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **DS Italia 17 srl**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 24.307,92 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)

L'area oggetto di interesse risulta caratterizzata da una prevalenza di attività agricole e pascoli naturali/incolti.

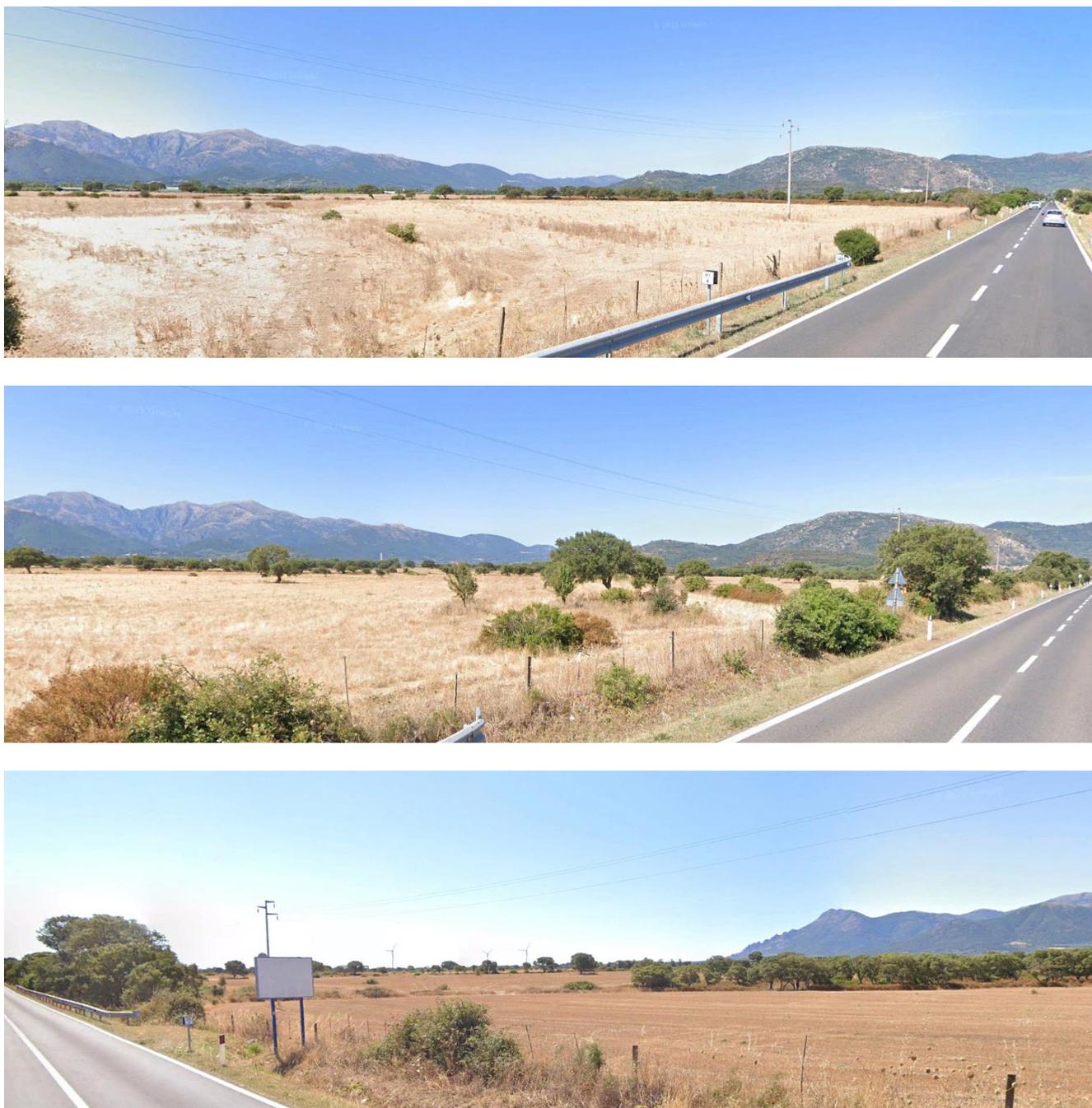


Figura 3-3: Panoramiche dell'area di intervento dalla SS 197 - Stato di fatto



3.5. Caratteristiche del sistema agrovoltaico

3.5.1. Piano colturale di progetto

L'intervento è finalizzato principalmente alla realizzazione di un impianto agrifotovoltaico in un'area agricola, al fine di ottenere la produzione sostenibile di energia elettrica in un razionale rapporto tra le entità presenti (colture — addetti — attrezzature) valorizzando così il terreno e l'area in oggetto.

Si prevede di realizzare contemporaneamente e antecedentemente una serie di opere agronomiche volte alla gestione, conservazione, miglioramento e valorizzazione, in un'ottica di sostenibilità ambientale del rustico in oggetto.

Le opere agronomiche da realizzare contribuiranno a dare un adeguato valore aggiunto, ed una maggiore redditività derivante dalle economie possibili per la migliore efficienza aziendale, garantendo nel contempo un miglioramento agro-ambientale dell'area con possibili risvolti positivi sulla comunità (le aree agricole coltivate, valorizzate con opere ed impianti adeguati e gestite in modo razionale costituiscono una grande risorsa ambientale).

Si crede che questa tipologia di gestione contribuirà ad un efficiente utilizzo del terreno in oggetto migliorando le condizioni degli addetti, la redditività aziendale, riducendo i costi di produzione e ottimizzandone la qualità.

Per tale impianto si prevede un utilizzo compatibile tra uso agricolo con destinazione produttiva e la produzione di energia rinnovabile. Si porrà particolare attenzione alle proprietà del terreno, analizzando i fattori principali quali la topografia del luogo, il tipo di suolo, il clima, al fine di valutare l'indirizzo produttivo più idoneo.

Di fatto dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltaico un terreno migliorato dal punto di vista agro-zootecnico-ambientale.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a seminativi in asciutto e a pascolo magro naturale, in superfici coltivate a *"prato pascolo polifita permanente"*.



E' prevista inoltre la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde costituita da essenze vegetali quali gli *ulivi* che ben s'inseriscono nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo.

Le opere agronomiche da realizzare sono perfettamente adattabili alle caratteristiche tecniche delle strutture (altezza dal suolo, l'ingombro, distanze tra le singole strutture). È previsto inoltre un sistema di monitoraggio dell'attività agricola, che monitorerà i fattori agro-ambientali. Soluzione compatibile con il contesto territoriale è, il mantenimento del pascolo con "prato migliorato permanente".

In sintesi s' intende realizzare:

- un prato pascolo polifita permanente;
- un'area di mitigazione olivata e a macchia mediterranea;
- un impianto agrivoltaico;

tutte le opere sopraelencate sono interconnesse e costituiscono il presente miglioramento fondiario, si sottolinea che l'impianto agrivoltaico andrà ad occupare solo una porzione del lotto, come di seguito calcolato e specificato.

3.5.2. Opere di miglioramento fondiario

L'uso quasi esclusivo del suolo è principalmente riconducibile ad un pascolo magro naturale, in parte cespugliato, in passato è stato coltivato mediante seminativi di graminacee (grano in primis) con pascolo durante il periodo estivo-autunnale. In una situazione di fragilità pedologica e agronomica ha portato come logica conseguenza ad un ulteriore depauperamento del suolo agrario in particolare della frazione legata alla sostanza organica, principale pilastro della fertilità dei terreni agrari. Difatti una parte consistente dell'area oggetto di intervento all'attualità è stata ed è utilizzata per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino principalmente. Altre porzioni delle aree di intervento, sono attualmente destinate alla semina in asciutto di leguminose alternate a cereali da granella con rese spesso inferiori a 10 q./ha.

Pertanto, allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di forte impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva.



Con le opere di miglioramento fondiario che si intendono effettuare s'incrementeranno le produzioni in relazione ad una maggiore efficienza aziendale.

Si descrivono di seguito gli interventi da realizzare con la trasformazione aziendale in questione:

A) opere di trasformazione agraria;

-si premette che le superfici presenti permettono di effettuare tutte le lavorazioni agronomiche (aratura, sarchiatura, semina, ...) senza produrre alcun tipo d'instabilità nel terreno oggetto d'intervento, salvaguardando e migliorando notevolmente le condizioni pedologiche presenti, esse riguardano:

- sistemazione del terreno in un campi regolari, mediante piccoli movimenti terra, con lievi pendenze per un regolare deflusso delle acque piovane, al fine di migliorare le aree da destinare alle colture;

- spietramento e aratura andante del terreno;

- accumulo ed allontanamento dei detriti nelle tare;

- predisposizione di sistemi di allontanamento delle acque meteoriche mediante piccoli canali agrari e tubi di drenaggio;

- analisi chimico fisiche del terreno (con indicazioni precise sulle fertilizzazioni da eseguire) Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive saranno effettuate analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare ed adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Fosforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari in funzione dei risultati delle analisi e delle colture da mettere a dimora.

- concimazione di fondo (sintetica ed organica), verrà eseguita una concimazione organica mediante letame o compost (A.C.M.);

- preparazione del letto di semina mediante operazioni di amminuttamento del terreno tramite fresatura o erpicatura;

- predisposizione del telo pacciamante per la coltivazione del frangivento (colture arboree);



- messa a dimora delle plantule e semina diretta con materiale selezionato; le operazioni agronomiche relative al prato pascolo migliorato sono: semina-erpicatura-rullatura;

- cure forestali (potature delle parti danneggiate) e monitoraggio delle sughere, inoltre alcuni esemplari verranno cavati e ricollocati (previe lavorazioni e trattamenti quali potature della parte epigea ed ipogea, trattamenti fitosanitari, protezione dell' apparato radicale con il pane di terra e ricollocazione in altro luogo avendo cura di predisporre fitostimolanti, adeguata irrigazione e protezione dagli agenti atmosferici).

B) impianto d'irrigazione (per l' area verde di mitigazione):

- costituito da tubazioni in PVC/P.E.A.D. atossico ad uso potabile in cui s'innesteranno le ali gocciolanti dotate di microirrigatori che consentono un notevole risparmio idrico (per gli olivi da impiantare);

C) opere complementari:

- nel lotto in oggetto non è presente una viabilità interna, in quanto esso comunica direttamente con la strada interpodereale e risulta completamente coltivato, verrà realizzata una nuova recinzione come da specifiche in relazione tecnica. Verrà realizzata inoltre una pista per l' accesso all' impianto agrivoltaico da mettere in opera, la quale verrà comunque inerbita;

D) messa in opera di un impianti agrivoltaico:

Si premette che operazioni sopra descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina *lo status quo* ante del terreno agrario (si rimanda agli elaborati tecnici);

E) agricoltura sostenibile:



- **nel terreno in oggetto** s' intende praticare un tipo di agricoltura sostenibile, anche nel rispetto delle buone pratiche agricole, quali la tutela del suolo, quella idrica (attraverso la rotazione colturale, la fertilizzazione organica e la micro-irrigazione degli ulivi), il ridotto utilizzo di fitofarmaci di sintesi in associazione a tecniche agricole sostenibili.

F) Prevenzione incendi: verranno rispettate tutte le norme regionali e locali vigenti in materia, anche attraverso:

- la potatura di contenimento della vegetazione prospiciente i confini del lotto e quella delle aree confinanti.

G) Verranno infine cavati e ripiantumati in situ n° 22 esemplari di sughera (*Quercus Suber*), allo scopo verranno attuati tutti gli accorgimenti agronomici e fitosanitari necessari di seguito indicati. La cavatura verrà eseguita con mezzi meccanici di adeguata potenza, di seguito verrà eseguita una potatura di contenimento e predisposizione al trapianto, al fine di ridurre lo stress indotto verranno poi eseguiti dei trattamenti rameici e fungicidi all' apparato ipogeo ed epigeo. Svolti tali interventi gli esemplari verranno messi a dimora in buche di adeguate dimensioni medie in funzione della dimensione degli esemplari (3,5 m * 3 m * 3 m) all' interno delle quali verrà distribuito terreno di coltivo miscelato con ammendanti organici o letame maturo (questo anche con il fine di generare un temperatura favorevole al radicamento delle piante), inoltre verrà distribuito l' ormone radicante e ricoperta la buca con terreno agrario costipandolo in modo adeguato. Effettuate queste operazioni verrà eseguita un' abbondante irrigazione e di seguito il suolo sarà sempre mantenuto umido. L' operazione dovrà essere eseguita durante il periodo autunno – vernino;; particolare cura dovrà essere data ad ogni intervento che dovrà essere svolto da personale competente e specializzato, vigilato a sua volta da un professionista del settore. Presso la sughereta verrà eseguito un intervento di potatura delle branche secche, pulizia meccanica delle infestanti, monitoraggio delle sughere presenti, al fine di valorizzare e preservare il patrimonio boschivo presente.

3.5.3. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto

Dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo



agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità del progetto con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a pascolo magro naturale in asciutto, in superfici a "prato pascolo polifita permanente con oliveto fungente il doppio ruolo: di mitigazione degli impianti e produttivo", oltreché una fascia di mitigazione costituita da essenze della macchia mediterranea.

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine di renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente. Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando nel contempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica. Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino). Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni poiché occupato dalle opere infrastrutturali inerenti l'impianto agrovoltaico, risulterà pari a circa il 23,11% dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo permanente migliorato il 76,89 % dell'intera superficie. Inoltre anche tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente. Non ultimo anche le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli saranno comunque destinate alla coltivazione incluso il pascolamento degli ovini/bovini.

L'azione di miglioramento diretta sulla fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.



In particolare si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il ***trifolium subterraneum*** capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.



Figura 3-4: *Trifolium subterraneum*: Specie ad andamento prostrato che meglio sopporta il calpestio

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini/bovini. Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola. La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico. Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità Foraggere (UF) ne trae beneficio.

La specie spontanea sarda, il trifolium subterraneum capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata “permanente” ad arrestare l’erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

Dall’altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini. Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola.

La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico. Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità Foraggere (UF) ne trae beneficio.

Infatti il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale. Pertanto al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato pascolo migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture, considerata la produzione unitaria espresso in U.F del prato migliorato si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

Calcolo delle Unità Foraggere ricavabili dal pascolo migliorato:

Tipo di coltura	Superficie Ha	U.F. /Ha	U.F. Totali
Prato pascolo Migliorato	39,1500	1500	58725,00
TOTALE (A)	39,1500		58725,00



Il valore agronomico del terreno secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 33%. A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati circa 183 capi ovini (1 ovino = 0,15 UBA; 58725 U.F./320 U.F. anno = 183), pari a circa 27 UBA (183*0,15 = 27 Unità bovine adulte).

Si evidenzia infine, ma non certo per ordine di importanza che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata. Sarà necessario al fine di ridurre il fenomeno del costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi che passano per effettuare le operazioni di coltivazione ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

L'importanza del prato migliorato permanente è legata a due principali fattori:

- biodiversità;
- cambiamento climatico.

Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a 1.740 g/m².



3.5.4. Verifica di coerenza con i requisiti delle Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici

In relazione alla definizione di agrivoltaico, introdotta dalle Linee Guida del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia di seguito si riporta la verifica di conformità:

Criterio A

A.1) Il progetto agricolo si pone come scopo principale quello di dare continuità alla coltivazione agricola effettuata sui terreni di progetto, la superficie coltivata sarà pari al 95,43% e quindi superiore al 70% previsto dalle Linee Guida;

A.2) LAOR pari al 23% e quindi inferiore al 40% poste come limite massimo dalle Linee Guida.

Criterio A				
A.1: Superficie minima per attività agricola $S_{agricola} \geq 0,7 * S_{tot}$				
S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	S_{agricola} (ha)	0,7*S_{tot} (ha)	S_{agricola} ≥ 0,7*S_{tot} (ha)
45,34	10,49	43,27	31,74	VERO
A.2: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) pari al 40% della superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico				
S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	LAOR (%)	LAOR ≤ 40% (%)	
45,34	10,49	23%		VERO



Criterio B

B.1) continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento con il relativo monitoraggio. L'area d'impianto da anni è attualmente riconducibile all'attività di pascolo magro, mentre in passato è stato coltivato con seminativi di graminacee.

Il piano colturale prevede la coltivazione di uliveto e pascolo quindi indirizzi produttivi di valore economico più elevato. Per l'area interessata dal progetto non si raffigura l'abbandono di produzioni DOP o IGP.

La continuità dell'attività agricola sarà verificata mediante l'attestazione della resa della coltivazione e paragonando la stessa con il valore della produzione agricola media nell'area geografica di riferimento a parità di indirizzo produttivo.

Tipologia di coltivazione	Produzione stimata (q.li) / ha	Produzione media nell'area (q.li)/ ha
Prato pascolo	30 (erba)	30 (erba)
	40 (fieno)	30 (fieno)
Uliveto	50	50

Requisito B1		
	<i>ante operam</i>	<i>post operam</i>
valore della produzione agricola (€/ha)	9307,84€	18478,72€
Indirizzo produttivo	Pascolo naturale con sughereta	Misto: zootecnico Prato Pascolo – oliveto – aree a macchia/officiali agrivoltaico

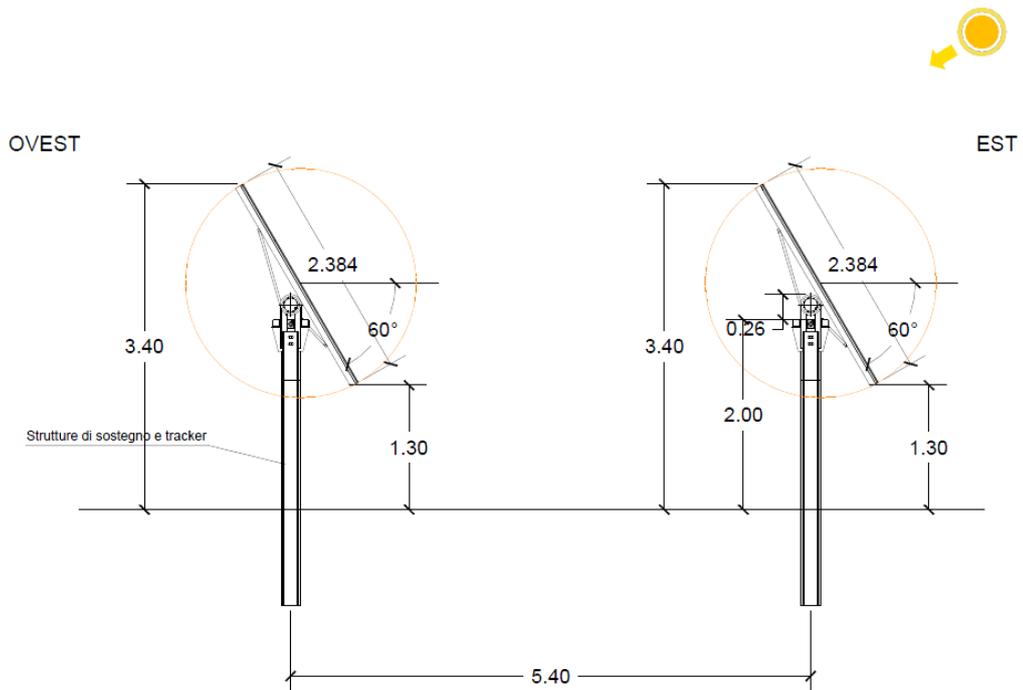


B.2) Come si evince dai dati riportati nella tabella sottostante la producibilità elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico sarà $\geq 60\%$ della producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard.

Requisito B2			
B.2: Producibilità elettrica minima: produzione elettrica di un impianto agriv deve essere non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fv standard			
FV_{agri} (GWh/ha/anno)	FV_{standard} (GWh/ha/anno)	0,6*FV_{standard} (%)	FV_{agri} \geq 0,6*FV_{standard} (%)
103,68	91,42	54,852	VERO

Criterio C

C) Come si evince dallo stralcio progettuale sotto riportato, l'altezza dei moduli da terra di 1,30 m consentirà la prosecuzione dell'attività culturale anche al di sotto degli stessi moduli fotovoltaici.



Criterio D

D.1) Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola sarà soddisfatto mediante autocisterne da utilizzare per l'irrigazione di soccorso per auto-provvigionamento pertanto l'utilizzo dell'acqua sarà misurato in virtù del numero di cisterne necessarie (pari a n° 3 cisterne da 50 mc cadauna).

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola, L'impianto agronomico verrà realizzato secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientale, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piani di monitoraggio costanti e puntuali. Nel corso della vita dell'impianto agro-fotovoltaico verranno monitorati i seguenti elementi:

- esistenza e resa delle coltivazioni
- mantenimento dell'indirizzo produttivo

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con cadenza annuale, ad essa saranno allegati piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Criterio E

E.1) Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Annualmente saranno eseguite le analisi chimico-fisiche sul terreno che unitamente alla valutazione della produttività forniranno dati utili a monitorare la fertilità del terreno.

I dati saranno riportati ogni tre anni nella relazione asseverata dall'agronomo.

E.2) Monitoraggio del microclima

All'impianto agrivoltaico sarà associato un articolato impianto di monitoraggio tanto dei parametri meteorologici che quelli chimico-fisici a partire dalla fase ante-operam; l'applicazione delle tecnologie dell'agricoltura di precisione prevede il monitoraggio di alcuni parametri agronomici con sonde



collegate ad un sistema di gestione capace di offrire ausilio nelle fasi decisionali delle attività di mettere in essere per il miglioramento dei risultati della coltivazione e della riduzione degli impiatti.

Si procederà inoltre ad applicare e sperimentare le applicazioni isobus dell'agricoltura di precisione, ed in particolare i sistemi di guida parallela, per rendere più produttiva e più compatibile l'integrazione di queste due attività imprenditoriali.

I risultati monitorati saranno resi pubblici e disponibili ad istituti scientifici ed Enti di controllo oltre ad essere utilizzati per ottimizzare le coltivazioni e le loro metodiche.

In particolare, saranno differenti centraline che consentiranno di monitorare una serie di elementi caratterizzanti quali:

Centraline per il monitoraggio dei dati meteo per la misura di:

- vento;
- umidità;
- piovosità;
- centraline per il monitoraggio dei parametri agronomici quali:
- bagnatura delle foglie;
- radiazione solare;
- sensori di umidità del suolo;
- sensori per la valutazione della vigoria delle piante.

Alla rilevazione dei dati in campo si assocerà il monitoraggio dei dati chimico-fisici con il rilievo in campo ante operam e ogni tre anni in fase di esercizio.

Alla luce di quanto sopraesposto, è possibile affermare che l'impianto in oggetto rispetta i requisiti A, B, C, D ed E previsti dalla CEI PAS 82-93 (*Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici*) pertanto l'intervento proposto può definirsi un **impianto agrivoltaico avanzato**.



3.6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.6.1. Studio del potenziale solare

La valutazione relativa alla produzione di energia elettrica dell'impianto fotovoltaico è effettuata sulla base dei dati climatici della zona, della configurazione di impianto descritta nella relazione specialistica e delle caratteristiche tecniche dei vari componenti.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di GONNOSFANADIGA (SU) avente latitudine 39.4931°, longitudine 8.6611°, i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m ²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.99	2.73	3.99	5.17	6.34	7.02	7.62	6.65	4.96	3.43	2.22	1.74

Fonte dati: UNI 10349

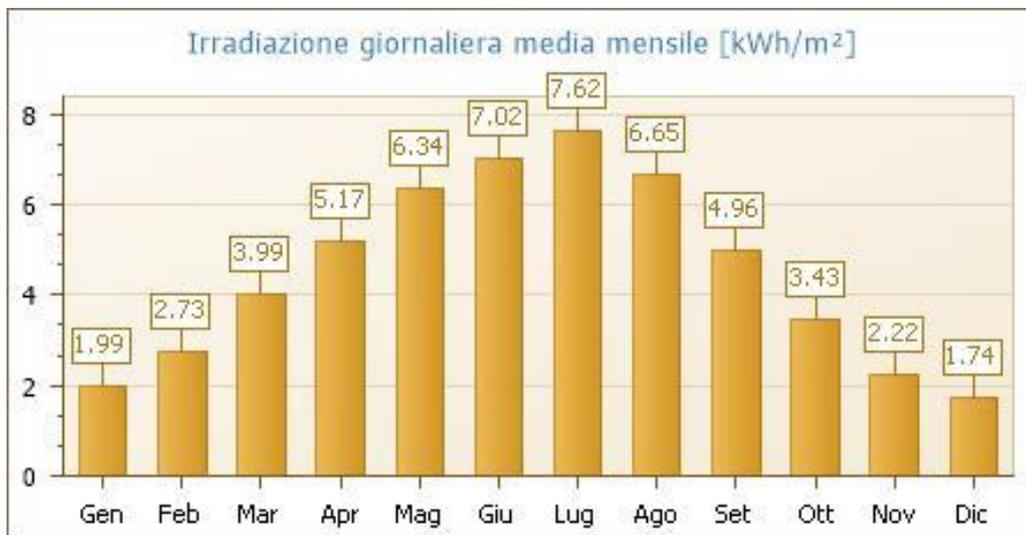


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 642.10 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349).



Di seguito si riportano i dati di produzione stimati su base annua desunti dal suddetto studio.

Dati generali	
Comune (Provincia)	GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU)
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 642.10 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00
Dati tecnici	
Superficie totale moduli	104 861.67 m²
Numero totale moduli	104 861.67 m²
Numero totale inverter	75
Energia totale annua	47 016 299.09 kWh
Potenza totale	24 307.92 kW
BOS	74.97 %

3.6.2. Descrizione generale

L'impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Generatore fotovoltaico;
- Inverter centralizzati;
- Quadro parallelo Inverter;
- Impianto di supervisione e monitoraggio
- Impianto di sorveglianza



- Elettrodotto di connessione
- Cabine elettriche
- Stallo arrivo produttore a 36kV nella Stazione Elettrica.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 33.761 moduli e si prevede di utilizzare 5 inverter centralizzati da 200 kVA e 70 inverter distribuiti da 330kVA.

3.6.3. Generatore fotovoltaico

Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 1346 stringhe di moduli FV.

Modello dei Moduli: HIMALAYA G12 Series 700-720W

Caratteristiche:

- Potenza unitario modulo: 720 Wp
- Silicio monocristallino;
- Tensione a circuito aperto $V(oc)$: 50,74 V
- Corrente di corto circuito (Isc): 17,67 A
- Tensione alla massima potenza (V_m): 42,68 V
- Corrente alla massima potenza (I_m): 16,87 A
- Dimensioni del modulo: 2384 mm x 1303 mm x 35 mm

3.6.4. Convertitore CC/CA

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.



L'impianto utilizza n°5 inverter da 200kVA e n°70 inverter da 330kVA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Inverter 200kVA

- Marca: HUAWEI
- Modello: SUN2000-215KTL-H3
- Tipo fase Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 500.00
- VMppt max [V]: 1'500.00
- I_{max} [A]: 300.00
- V_{max} [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] :200'000
- Numero MPPT: 3

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 200'000
- Tensione nominale [V]: 800
- Rendimento max [%]: 99.00
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 1035x700x365
- Peso [kg]: 86.00



Inverter 330kVA

- Marca: HUAWEI
- Modello: SUN2000-330KTL-H1
- Tipo fase Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 500.00
- VMppt max [V]: 1'500.00
- I_{max} [A]: 390.00
- V_{max} [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] :330'000
- Numero MPPT: 6

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 330'000
- Tensione nominale [V]: 800
- Rendimento max [%]: 99.00
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 1048x732x395
- Peso [kg]: 108.00

Si prevede inoltre un sistema per il monitoraggio e controllo.



3.6.5. Quadro di stringhe in corrente continua

Il quadro di parallelo stringhe consente di realizzare il parallelo delle stringhe per l'interfaccia con gli inverter. Saranno utilizzati quadri parallelo stringhe che prevede la protezione di ogni stringa con fusile.

3.6.6. Strutture porta-pannelli

La principale caratteristica delle strutture di fissaggio individuate, è la facilità di installazione, tale sistema permette di ridurre al minimo gli scavi di fondazione.

Il generatore fotovoltaico è installato su una struttura mobile configurato con un sistema ad inseguitore solare monoassiale est-ovest bifacciali.

Mentre i pannelli bifacciali possono catturare fino al 10% in più di luce rispetto ai pannelli monofacciali, i tracker monoasse tipicamente aggiungono il 25% a quel guadagno bifacciale, risultando in un guadagno approssimativamente stimato del 35% dalle due tecnologie combinate, rispetto alle installazioni fisse che utilizzano pannelli monofacciali.

L'intera struttura portante sarà realizzata completamente in acciaio: si prevede di utilizzare due tipologie di strutture una per 13 pannelli, un'altra da 26 pannelli. Gli elementi strutturali costituenti la struttura sono rappresentati da pilastri laterali di sezione HEA160 e 4 PROFILI 150x50x20, tutti gli elementi precedenti sono collegati superiormente da un Tubo Quadro120*120*3.



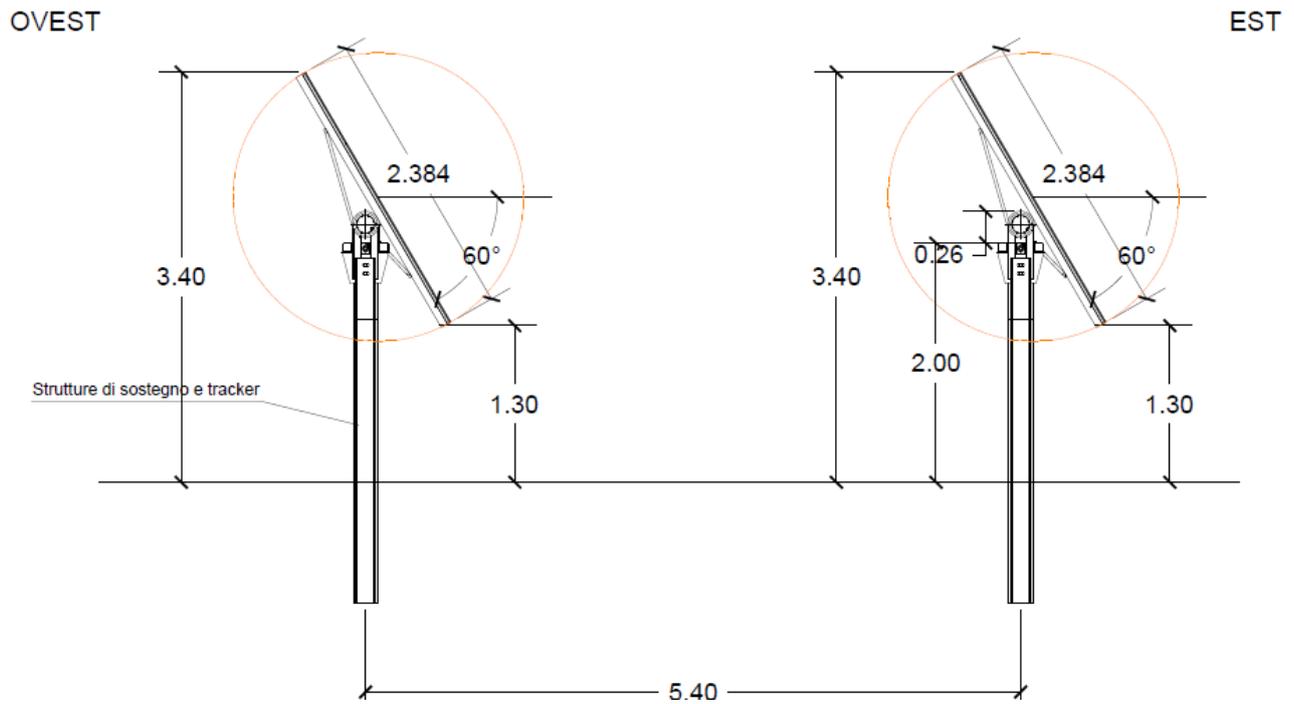
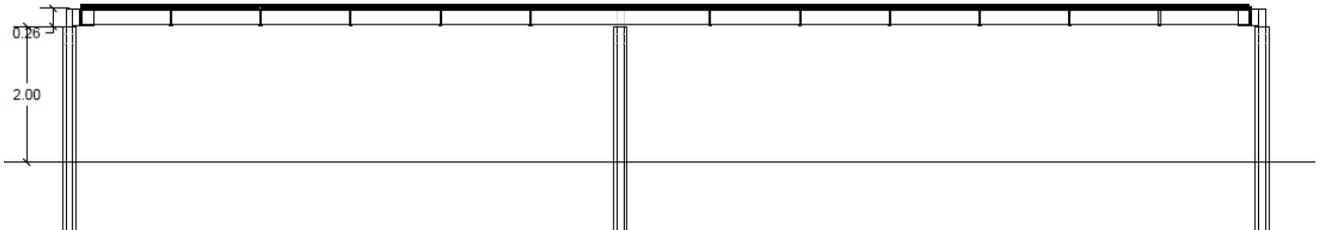


Figura 3-5: Schema della struttura – sezione tipo

SEZIONE LATERALE STRUTTURA PORTA PANNELLI FOTOVOLTAICI (1Vx13)
Scala 1:50



PIANTA STRUTTURA PORTA PANNELLI FOTOVOLTAICI (1Vx13)
Scala 1:50

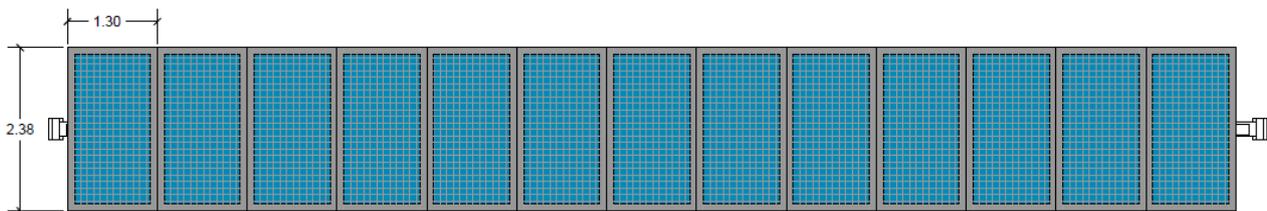
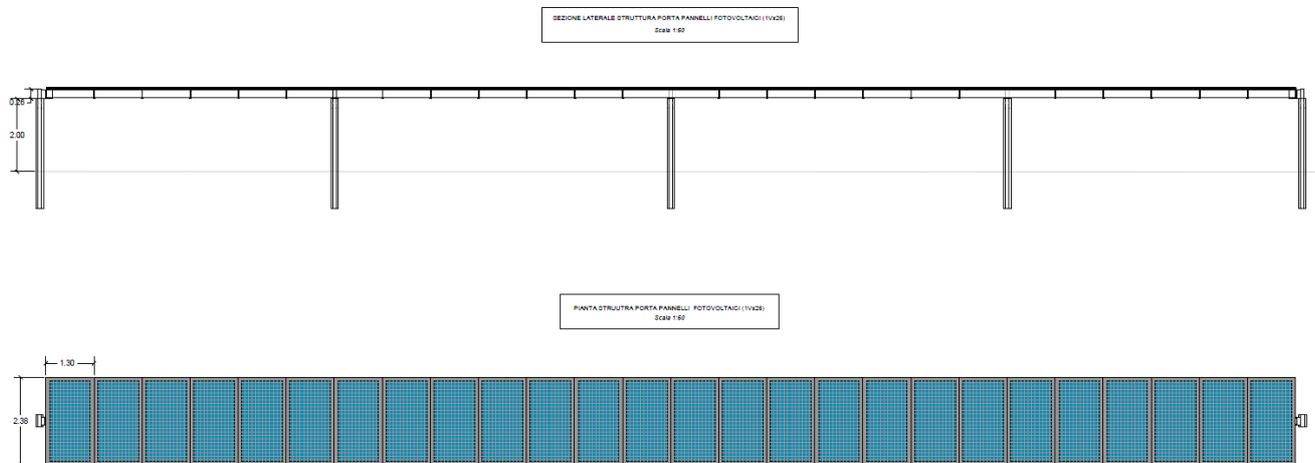


Figura 3-6: Schema della struttura – vista longitudinale e pianta 1vx13



PIANTA STRUTTURA PORTA PANNELLI FOTOVOLTAICI
Scala 1:50

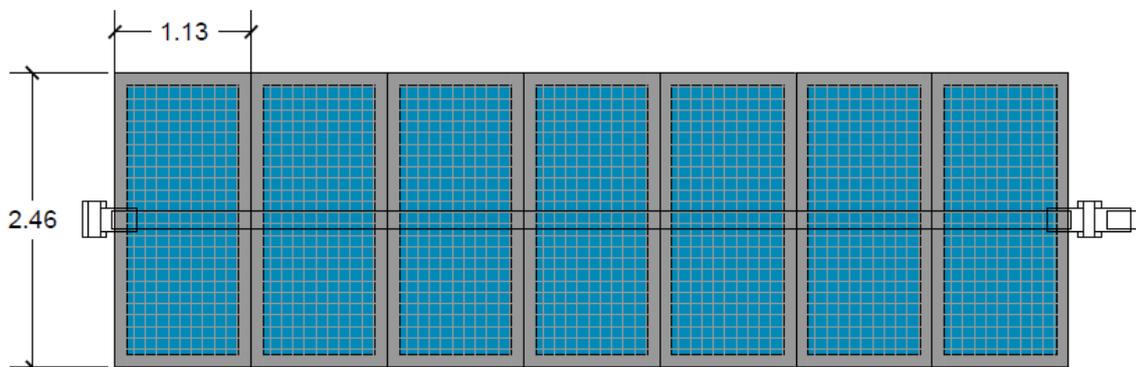


Figura 3-7: Schema della struttura – vista longitudinale e pianta 1x26

L'elemento di appoggio del pannello fotovoltaico è costituito da elementi Reinforced omega 65x30x25, Aluzinc S280GD+AZ185 e profili A Z 25x65x25 di bordo.

La struttura portapannelli ipotizzata in questa sede potrebbe subire variazioni in sede di progetto esecutivo in funzione delle tecnologie disponibili al momento della realizzazione.

L'assetto strutturale permette un perfetto equilibrio statico conferendole altissime resistenze alle sollecitazioni dei carichi neve e vento. La struttura è dotata di calcoli statici e di una garanzia di 10 anni per i componenti strutturali e 5 anni per quelli elettrici. La struttura portapannelli è composta da profili in alluminio anodizzato argento e giunti in acciaio trattati con cataforesi e verniciatura a polvere di poliestere, trattamento utilizzato dalle case automobilistiche per proteggere i componenti presenti nella parte inferiore esterna delle auto.

3.7. STAZIONI DI ENERGIA

L'allaccio sarà in AT con elettrodotto a 36kV in derivazione dalla SE Terna come da specifica tecnica.

L'impianto sarà connesso in AT le cui caratteristiche sono presenti negli specifici elaborati.

La cabina di allaccio AT denominata CU è relativa alla parte di impianto AT utente derivata dalla SE.

Dalla cabina di allaccio saranno poi derivate le cabine inverter:

- Cabina 1, Cabina 2, Cabina 3, Cabina 4

I criteri progettuali adottati per l'allaccio e nella scelta delle apparecchiature elettriche sono legati norma CEI 0-16 e al codice di rete.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale della rete di distribuzione e delle caratteristiche delle apparecchiature installate.

L'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina sarà derivata dal trasformatore servizi e sarà inoltre garantita tramite un gruppo statico di continuità (UPS) con autonomia di almeno due ore della potenza di 1000VA.

L'arrivo TERNA sarà realizzato con cavo in alluminio 2x(3x185mmq) RG1H1R 26/45kV direttamente interrato.

Lo scavo di media tensione sarà realizzato con una profondità non inferiore ad 1 metro in modo da avere sempre separazione negli incroci da cavi ad un livello di tensione inferiore.



Gli elaborati grafici offrono una visione più puntuale delle scelte progettuali adottate.

3.7.1. Scomparto di AT

Gli scomparti di AT, come indicato negli elaborati grafici, saranno i seguenti:

CABINA ALLACCIO

- scomparto di arrivo cavi dal basso
- scomparto di protezione generale con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51 e 67 e di interfaccia 27-81-59;
- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51.

CABINE DISTRIBUZIONE

- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51.

CARATTERISTICHE SCOMPARTI

Le caratteristiche degli scomparti sono le seguenti:

- Tensione nominale fino a: 36 kV



- Tensione esercizio fino a: 36 kV
- Numero delle fasi: 3
- Livello nominale di isolamento
 - 1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50 μ s a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta): 125 kV
 - 2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi: 50 kV
- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Durata nominale del corto circuito: 1"

3.7.2. Dispositivo generale

Il dispositivo generale sul lato AT a ridosso dell'impianto sarà costituito da interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato di allaccio. La funzione del dispositivo d'interfaccia sarà svolta dal dispositivo generale stesso e quindi:

- il dispositivo sarà equipaggiato con doppi circuiti di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui devono agire rispettivamente le protezioni generali e d'interfaccia;
- i TV previsti per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia, devono essere posti a monte dell'interruttore generale (fra l'interruttore ed il sezionatore che in questo caso diventa indispensabile) ed inseriti, lato AT, tramite fusibili di calibro opportuno.

3.7.3. Protezione generale

Questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del Cliente Produttore provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea AT. A tal fine il Cliente Produttore deve installare una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.



3.7.4. Protezioni di interfaccia

Le protezioni di interfaccia saranno costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed eventualmente, di massima tensione omopolare. In caso di sovraccarico o corto-circuito sulla rete MT o mancanza di alimentazione sulla rete AT stessa si ha, di regola l'intervento dei relè di frequenza; i relè di minima e massima tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di ricalzo. In caso di guasto monofase a terra sulla rete AT interviene il relè di massima tensione omopolare (qualora presente). Al fine di evitare scatti intempestivi dovuti a dissimmetrie sulle tensioni di fase o a distorsioni ed abbassamenti delle tensioni secondarie di TV inseriti tra fase e terra per saturazione degli stessi durante il transitorio susseguente all'eliminazione di guasti a terra in rete, le protezioni di frequenza devono avere in ingresso una tensione concatenata (derivata da un TV inserito fase-fase se il DI è sulla AT).

Anche i relè di massima e minima tensione devono avere in ingresso (e quindi controllare) le tensioni concatenate.

Al fine di dotare il sistema protezioni-dispositivo di interfaccia di una sicurezza intrinseca, l'interruttore di interfaccia deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione e, quindi, per guasto interno o per mancanza di alimentazione ausiliaria, si deve avere l'apertura dello stesso interruttore.

3.7.5. Protezioni rete media tensione

Le protezioni di linea saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso, omopolare e omopolare di terra. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA mentre i relè omopolari prenderanno i segnali da TO e TV a triangolo aperto.

Le protezioni di linea protezione trafo saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA.



3.8. ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA

3.8.1. Illuminazione generale

Gli impianti di illuminazione dei locali tecnici sono stati progettati secondo quanto indicato dalla norma UNI 12464-1 in relazione ai livelli minimi di illuminamento. La tipologia di corpi illuminanti varia a seconda delle destinazioni d'uso degli ambienti e la scelta è legata alle lavorazioni specifiche che si svolgono in tali ambienti.

Il livello di illuminamento medio garantito ad un metro dal pavimento è:

- vani accessori, locali tecnici: 100 lux;

La scelta dei corpi illuminanti è legata alla destinazione d'uso degli ambienti e precisamente:

- plafoniere con grado di protezione IP65 per i locali tecnici.

3.8.2. Illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza è stato studiato in conformità alle norme CEI 64-8 ed al D.M. 1° febbraio 1986, adottando lampade autonome di emergenza.

La tipologia di plafoniere varia a seconda del tipo di ambiente:

- plafoniere da 24W e kit inverter.

Gli elaborati grafici offrono una visione più puntuale delle scelte effettuate.

3.9. F.M. E TERRA DI PROTEZIONE

3.9.1. Quadriere

L'impianto in questione è classificato dalla Norma C.E.I. 64-8 di tipo TN-S per la parte di impianto a monte dell'inverter mentre la parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT.

L'infrastruttura di rete BT avrà origine dal Quadro Generale Utenze di Centrale QUC e da tale quadro saranno poi derivate le linee di distribuzione per tutte le utenze di cantiere.



3.9.2. Protezione dal corto circuito dal sovraccarico e dai contatti indiretti

Per quanto riguarda, più in generale, la protezione delle linee elettriche di distribuzione si è operato in modo da coordinare le sezioni dei cavi con la taratura degli interruttori a monte.

La protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sarà garantita da interruttori magnetotermici con potere di interruzione come rilevabile dagli elaborati grafici degli schemi dei quadri.

Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti sono le seguenti:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45I_z$$

dove

- I_b = corrente di impiego del cavo
- I_N = corrente nominale dell'interruttore
- I_z = portata del conduttore
- I_f = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata tramite gli stessi dispositivi destinati alla protezione dal cortocircuito quando il sistema è di tipo TN-S.

La relazione che dovrà essere soddisfatta è la seguente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove

- Z_s = impedenza dell'anello di guasto
- I_a = corrente di intervento della protezione
- U_0 = tensione nominale del sistema tra fase e terra



3.9.3. Rete di distribuzione BT in CA

Il dimensionamento delle linee di alimentazione è stato effettuato assicurando il contenimento della caduta di tensione entro il 4% così come imposto dalla norma C.E.I. 64-8. Per il calcolo della portata effettiva delle condutture si è fatto invece riferimento alle Tabelle C.E.I.-UNEL 35024 per cavi con posa non interrata e 35026 per cavi con posa interrata.

La verifica della caduta di tensione è stata effettuata con la seguente formula indicata nella Norma C.E.I. 64-8:

$$\Delta V = (R I_b \cos \varphi + X I_b \sin \varphi) L$$

dove:

- R = resistenza del cavo per km
- X = reattanza del cavo per km
- I_b = corrente di impiego del cavo
- L = lunghezza della linea interessata

In valore percentuale deve essere:

$$(\Delta V/V) * 100 \leq 4\%$$

La determinazione della portata dei cavi è stata effettuata tenendo conto dei molteplici fattori che influenzano la portata dei cavi per la condizione di posa che si è scelto di adottare.

Per i cavi con posa interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35026:

- K_1 legato alle temperature del terreno diverse da 20°C;
- K_2 legato al numero di circuiti installati sullo stesso piano;
- K_3 legato al numero di strati;
- K_4 legato alla resistività termica del terreno;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

La portata effettiva del cavo è $I_z = I_z' \times K_{tot}$ dove I_z' è la portata teorica del cavo.



Per i cavi con posa non interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35024:

- K_1 legato al tipo di installazione;
- K_2 legato al tipo di posa numero di circuiti adiacenti;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2$$

La portata effettiva del cavo è $I_z = I_z' \times K_{tot}$ dove I_z' è la portata teorica del cavo.

Le linee di distribuzione principale saranno di tipo FG16OR16 0,6/1kV secondo direttiva CPR e viaggeranno entro cavidotti interrati, mentre quelle di distribuzione secondaria nei locali tecnici entro tubazione in PVC a vista e saranno tipo N07V-K a norma CEI 20-22 II.

3.9.4. Rete di distribuzione BT in CC

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

- $I_b \leq I_N \leq I_z$ ed $I_f \leq 1,45 I_z$
- $I_{cn}(\text{interruttore}) \geq I_{cc}(\text{linea})$
- $(I^2t) \leq K^2 S^2$ dove I^2t è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito in (A^2s).

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito, I_b risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaico in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre I_N e I_f possono entrambe essere uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.



3.9.5. Rete di protezione di terra

Il sistema di distribuzione adottato è TN-S a monte dell'inverter ed i conduttori di protezione per le utenze indicate in progetto dovranno avere sezione uguale al conduttore di fase, a meno delle riduzioni ammesse dalle norme CEI e comunque chiaramente indicate sugli elaborati di progetto.

I parametri caratteristici presi in considerazione nella progettazione dell'impianto di terra sono:

- valore della corrente di guasto a terra $I_g = 70$ A (valore da confermare in sede di esecuzioni lavori);
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.

Partendo dalla corrente di guasto a terra e dal tempo di intervento delle protezioni dalla norma C.E.I. 99-3, e precisamente dal grafico di figura 9-1, si deduce che la tensione di contatto limite U_{TP} dovrà essere non superiore a 230V e che quindi l'impianto di terra da realizzare dovrà consentire l'ottenimento di tale valore limite. Quindi considerato che:

$$V = R_T \times I_g \leq 230 \text{ V}$$

L'impianto di terra dovrà avere una tensione limite pari a:

$$R_T \leq 230 / I_g \approx 3,3 \Omega$$

Per tale impianto sarà costituito da picchetti in pozzetti ispezionabili collegati tra loro con una corda di rame interrata del diametro di 35mmq. Per il calcolo della resistenza di terra si è considerato una resistività del terreno di $\rho_e=100 \Omega\text{m}$, così come indica la norma C.E.I. 99-3, e una resistenza di terra per la corda di rame pari a:

$$R_T = (\rho_e / \pi L) + \ln(2L/d)$$

dove

- L = lunghezza della corda
- d = diametro del conduttore

A vantaggio si considera solo il contributo della corda di rame.



Numericamente

$$R_T = 2,7 < 3,3 \Omega$$

I dispersori devono essere interrati ad una profondità non inferiore a 0,5m sotto il livello del terreno, a corda di rame nudo deve essere posizionata ad una profondità di 0,5m e deve distanziare dal corpo di fabbrica non meno di 1m.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

La parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT e quindi tutte le strutture e le parti metalliche saranno collegate alla rete di terra.

3.10. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO A 36 kV

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

L'elettrodotto in oggetto avrà una lunghezza complessiva di circa 4,6 km, interesserà i territori comunali di Gonnosfanadiga e Guspini e sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 36 kV.

L'elettrodotto, come indicato preventivo di connessione Codice Pratica: 202202339 l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" da realizzare nel comune di Guspini (SU).

Il calcolo della linea di arrivo dalla SSE è stato effettuato considerando la corrente di impiego I_b e una caduta di tensione di circa 0,42%.

Numericamente:

$$I_b = 24'307,92 / (1,732*36*1) = 389,85A$$

Dove



- 36 sono i kV della tensione di esercizio
- 1 è il cosfi pari ad 1
- 24'307,92 è la potenza in kW

La portata dei cavi RG1H1R 26/45kV con sezione di 185 per posa interrata a trifoglio nelle condizioni peggiorative è di 954A e quindi per l'elettrodotto si è scelta una formazione di 2x(3x1x185) mmq

Il calcolo della caduta di tensione è stato effettuato con la formula

$$1.732 * I_b * L * (R * I_b * \cos\Phi + X * I_b * \sin\Phi)$$

Dove

- I_b è la corrente di fase
- R è la resistenza di linea
- X è la reattanza di linea
- L è la lunghezza della linea
- Φ è lo sfasamento tensione/corrente

Numericamente la caduta di tensione è di 0,42% compatibile con il limite imposto.

Per tale linea si considereranno per sicurezza sue terne di alimentazione.

Per tale linea si considereranno per sicurezza sue terne di alimentazione

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,5 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonded.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

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



Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo (0,9 m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

3.10.1. Modalità di posa

L'elettrodotto a 36 kV interni all'impianto saranno posati come illustrato nelle seguenti sezioni in funzione del numero di terne da posare.

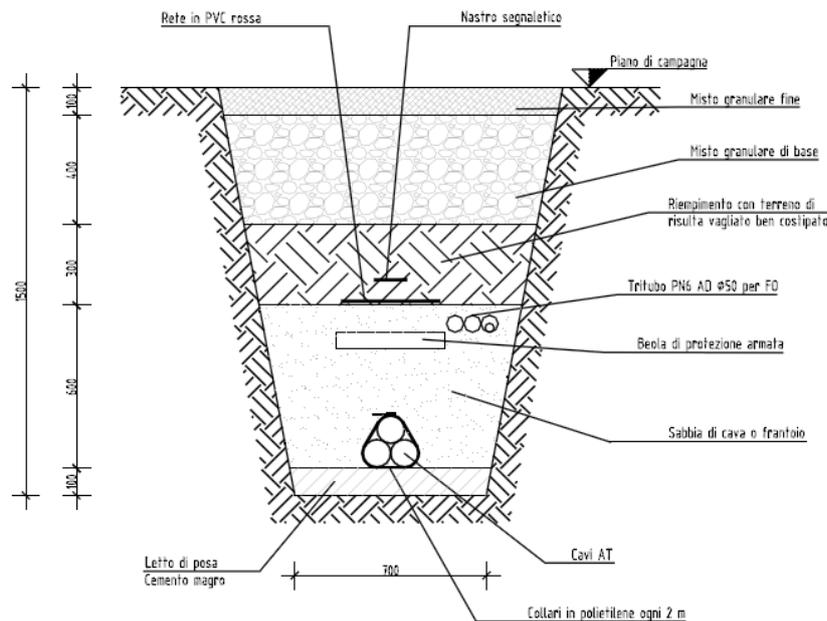


Figura 3-8: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate (1 terne)

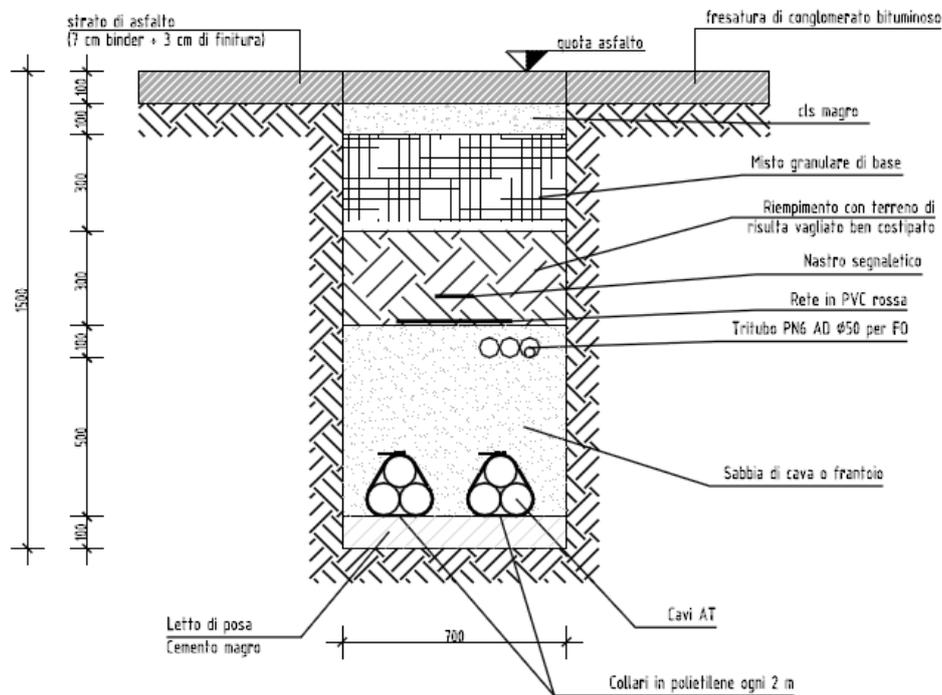


Figura 3-9: Sezione tipica cavidotto esterno su strada asfaltata (2 terne)

3.11. FASE DI CANTIERE

Considerata la tipologia dell'intervento da realizzare, si può affermare che le lavorazioni in fase di cantiere avverranno senza la produzione di particolari rifiuti da conferire alle pubbliche discariche. Questo è dovuto all'esiguità degli scavi necessari alla realizzazione dei cavidotti interrati ed al fatto che la viabilità interna verrà realizzata seguendo come criterio progettuale quello di limitare il più possibile le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante e seguendo il più possibile l'andamento del terreno.

Tali operazioni, riguardando solo la parte più superficiale del terreno vegetale, produrranno come residuo delle lavorazioni solamente lo stesso terreno vegetale che verrà ridistribuito uniformemente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto.

Per quanto riguarda gli imballaggi dei moduli fotovoltaici e dei quadri elettrici questi saranno costituiti da cartone e plastica, materiali che verranno trasferiti ai circuiti classici di riciclo che sono stati analizzati nei paragrafi successivi.

A valle di quanto esposto non si esclude il fatto che, se in fase di cantiere si dovesse produrre materiale di rifiuto, tale materiale prodotto sarà differenziato e conferito nella più vicina discarica pubblica autorizzata.

A seguito delle lavorazioni di installazione degli impianti non verranno arrecati danni permanenti alla viabilità pubblica e privata, e qualora dovessero accidentalmente verificarsi tali episodi, vi verrà tempestivamente posto rimedio in quanto sia nelle convenzioni con gli Enti, sia nei contratti con i privati sono riportati gli obblighi e le modalità per il ripristino.

3.12. FASE DI ESERCIZIO

Analizzando i componenti e la tipologia di operazioni che avvengono per la produzione di energia fotovoltaica è ben evidente che l'impianto in questione, in fase di esercizio, non produce materiali di rifiuto.

3.13. FASE DI DISMISSIONE - RICICLO COMPONENTI E RIFIUTI

L'impianto fotovoltaico è costituito da una serie di manufatti necessari all'espletamento di tutte le attività ad esso connesse e di seguito descritti.

Le componenti dell'impianto che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- strutture di fissaggio delle stringhe fotovoltaiche vibro-infisse nel terreno
- cabine elettriche prefabbricate ed apparati elettrici, pali illuminazione e videosorveglianza



- viabilità interna
- cavi
- recinzione.

3.13.1. Rimozione dei pannelli fotovoltaici

Per quanto riguarda lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici montati sulle strutture fuori terra l'obiettivo è quello di riciclare pressoché totalmente i materiali impiegati.

Infatti circa il 90 – 95 % del peso del modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio; i principali componenti di un pannello fotovoltaico sono:

- *Silicio;*
- *Componenti elettrici;*
- *Metalli;*
- *Vetro.*

Le operazioni previste per la demolizione e successivo recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- *recupero cornice di alluminio;*
- *recupero vetro;*
- *recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;*
- *invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella e/o ad impianto di recupero e/o riutilizzo dei polimeri.*



La tecnologia per il recupero e riciclo dei materiali, valida per i pannelli a silicio cristallino è una realtà industriale che va consolidandosi sempre più. A titolo di esempio l'Associazione PV CYCLE, che raccoglie il 70% dei produttori europei di moduli fotovoltaici (circa 40 aziende) ha un programma per il recupero dei moduli ed hanno attivato un impianto di riciclo già dal 2017, i produttori First Solar e Solar World hanno già in funzione due impianti per il trattamento dei moduli con recupero del 90% dei materiali ed IBM ha già messo a punto e sperimentato una tecnologia per il recupero del silicio dai moduli difettosi.

3.13.2. Rimozione delle strutture di sostegno

Le strutture di sostegno dei pannelli saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione infissi; appare opportuno riportare che essendo i terreni di fondazione costituiti da sabbie limose ed argillose, le travi di fondazione saranno semplicemente "infisse" con la tecnica del "battipalo" e potranno essere facilmente estratti.

Non è necessario fissare le travi di fondazione con "boiacca cementizia e/o calcestruzzo, in quanto le tensioni orizzontali dei terreni tenderanno a farsi che si si abbiano vuoti fra terreno e struttura di fondazione.

I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge.

Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in calcestruzzo gettati in opera.

3.13.3. Impianto e apparecchiature elettriche

Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT saranno rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore.

Per gli inverter e i trasformatori è previsto il ritiro e smaltimento a cura del produttore.



Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche verranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio mentre le guaine verranno recuperate in mescole di gomme e plastiche.

Le polifere ed i pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale naturale.

Le colonnine prefabbricate di distribuzione elettrica saranno smantellate ed inviate anch'esse ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.

Saranno inoltre smaltiti i pozzetti in cls, i lampioni e le telecamere.

3.13.4. Locali prefabbricati, cabine di trasformazione e cabina di impianto

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate alloggianti le cabine elettriche si procederà alla demolizione ed allo smaltimento dei materiali presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Per le platee delle cabine elettriche previste in calcestruzzo si prevede la loro frantumazione, con asportazione e conferimento dei detriti a ditte specializzate per il recupero degli inerti.

Appare opportuno riportare che gli scavi effettuati per alloggiare il cassonetto di fondazione delle cabine, saranno isolati con la stesa di un Tessuto Non Tessuto (TNT) da 300- 400 g/mq che permetterà di non lasciare alcun elemento della sottofondazione in "misto granulare calcareo" (tipo Aia-CNR Uni 1006).

3.13.5. Recinzione area

La recinzione in maglia metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno ed i cancelli di accesso, sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il riciclaggio delle componenti metalliche.

I pilastri in c.a. di supporto ai cancelli verranno demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).



3.13.6. Viabilità interna

La pavimentazione stradale permeabile (materiale stabilizzato) verrà rimossa per tutto il cassonetto che, come riferito, sarà isolato dal terreno naturale, da un manto di TNT che, fra l'altro, eviterà in questa fase di asportazione, che nessuna porzione di "misto granulare calcareo" resti a contatto con il terreno vegetale.

Il "misto" sarà recuperato, mentre il TNT potrà anche questo essere recuperato in impianti di Re.Mat.

In cassonetto di fondazione (di 15-20 cm) sarà ricolmato da terreno vegetale al fine del ripristino dello stato dei luoghi.

3.13.7. Colture perimetrali

Per come progettate e composte le colture perimetrali verranno a costituire una sorta di "corridoio ecologico", per cui la loro eliminazione contrasta con la logica della variazione di un habitat che ha avuto modo di formarsi in ben 30 anni circa di funzionamento dell'impianto, pertanto non verranno rimosse.

3.13.8. Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti

Nell'ambito del presente progetto lo smaltimento dei componenti verrà gestito secondo i seguenti dettagli:

Materiale	Destinazione finale
Acciaio	Riciclo in appositi impianti
Materiali	Riciclo in appositi impianti
Rame	Riciclo e vendita
Inerti da costruzione	Conferimento ad impianto di recupero
Materiali provenienti dalla demolizione delle strade	Conferimento ad impianto di recupero
Materiali compositi in fibre di vetro	Riciclo



Materiali elettrici e component elettromeccanici	Separazione dei materiali pregiati da quelli meno pregiati. Ciascun materiale verrà riciclato/venduto in funzione delle esigenze del mercato alla data di dismissione del parco eolico
--	--

Per quel che riguarda i costi legati alle operazioni di dismissione si rimanda al computo metrico delle Operazioni di Dismissione.

4. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il tempo di esecuzione dei lavori è stato stimato, in questa fase progettuale, in 365 giorni (pari a dodici mesi), tenuto anche conto del tempo necessario per l'approvvigionamento dei materiali (in particolare delle apparecchiature elettriche e cavidotti), dell'eventuale andamento stagionale sfavorevole, della chiusura dei cantieri per festività, nonché del tempo necessario per gli scavi lungo le vie di traffico (strade provinciali e statale, per la posa in opera del cavidotto interrato).

Sommariamente, le lavorazioni saranno suddivise in fasi di seguito riportate in ordine cronologico di realizzazione:

- ❖ Allestimento di cantiere
 - Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere
 - Realizzazione dei tracciamenti
 - Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere
 - Realizzazione di impianto elettrico del cantiere
 - Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- ❖ Verifica preliminare ordigni bellici
 - Fase preliminare mirata alla verifica della eventuale presenza di ordigni bellici
- ❖ Sistemazione del terreno e viabilità interna
 - Movimenti di materie
 - Scavo a sezione obbligata



- Rinterro di scavo eseguito a macchina
- Formazione di fondazione stradale
- ❖ Sistemazione delle strutture di sostegno
 - Movimenti di materie
 - Infissione pali per battitura
 - Montaggio strutture
- ❖ Posa in opera di pannelli fotovoltaici
 - Movimenti di materie
 - Montaggio pannelli su strutture
- ❖ Cavidotti
 - Movimenti di materie
 - Taglio di asfalto di carreggiata stradale
 - Scavo a sezione obbligata
 - Posa di cavidotto
 - Pozzetti di ispezione e opere d'arte
 - Rinterro di scavo eseguito a macchina
 - Formazione di fondazione stradale
 - Formazione di manto di usura e collegamento
- ❖ Realizzazione di cabine elettriche
 - Movimenti di materie
 - Realizzazione di recinzione
 - Scavo di sbancamento ed obbligata
 - Realizzazione vasche di fondazione
 - Installazione prefabbricati
- ❖ Realizzazione finiture e mitigazioni/progetto integrato agrivoltaico
 - Movimenti di materie
 - Scavo di sbancamento ed obbligata



- Recinzioni ed opere accessorie
- Piantumazione di essenze arboree perimetrali
- Piantumazione colture agricole
- Sistemazione sistemazione stalli per volatili, pietraie ed altri interventi accessori
- ❖ Collaudo, entrata in esercizio del nuovo impianto
 - Verifiche impianti ed apparecchiature
 - Collaudo
 - Entrata in esercizio del nuovo impianto FV
 - Smobilizzo del cantiere

Nel seguito si riporta il cronoprogramma con la stima dei tempi delle attività su indicate.

ATTIVITA'	MESI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Apertura cantiere												
Verifica preliminare ordigni bellici												
Sistemazione del terreno e viabilità interna												
Sistemazione delle strutture di sostegno												
Posa in opera dei pannelli fotovoltaici												
Realizzazione cabine elettriche												
Realizzazione cavidotti												
Realizzazione finiture e mitigazioni ambientale												
Verifiche e collaudi												
Chiusura cantiere												



5. ANALISI DEI BENEFICI

5.1. Vantaggi ambientali

Gli impianti fotovoltaici riducono la domanda di energia da altre fonti tradizionali contribuendo alla riduzione dell'inquinamento atmosferico (emissioni di anidride carbonica generate altrimenti dalle centrali termoelettriche). L'emissione di anidride carbonica "evitata" ogni anno è facilmente calcolabile. È sufficiente moltiplicare il valore di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per il fattore del mix elettrico italiano (0,466 Kg CO₂/kWhel).

Es. 1000 kWhel x 0,466 Kg = 466 Kg CO₂

Moltiplicando poi l'anidride carbonica "evitata" ogni anno per l'intera vita dell'impianto fotovoltaico, ovvero per 30 anni, si ottiene il vantaggio sociale complessivo.

Se la produzione di energia da fonte fotovoltaica presenta un impatto sull'ambiente molto basso e che è limitato agli aspetti di occupazione del territorio o di impatto visivo, la fase di produzione dei pannelli fotovoltaici comporta un certo consumo energetico e l'uso di prodotti chimici. Va considerato però che la maggior parte delle aziende produttrici di componenti fotovoltaici è certificata ISO14000, quindi impegnata a recuperare e riciclare tutti i propri effluenti e residui industriali sotto un attento controllo. Nella fase di dismissione dell'impianto, i materiali di base quali l'alluminio, il silicio o il vetro, possono essere riciclati e riutilizzati sotto altre fonti. Per quanto riguarda il consumo energetico necessario alla produzione di pannelli, quello che viene chiamato energy pay-back time, ovvero il tempo richiesto dall'impianto per produrre altrettanta energia di quanta ne sia necessaria durante le fasi della loro produzione industriale, è sceso drasticamente negli ultimi anni ed è pari attualmente a circa 3 anni. Questo significa che, considerando una vita utile dei pannelli fotovoltaici di circa 30 anni, per i rimanenti 27 anni l'impianto produrrà energia pulita.

5.2. Vantaggi socio-economici

I vantaggi del fotovoltaico sono evidenti: i moderni impianti offrono grosse possibilità tecnologiche ed industriali per l'Italia.



Tra i vantaggi legati allo sviluppo del fotovoltaico troviamo senza dubbio grandi ricadute positive in ambito occupazionale attraverso la definizione di una strategia trasversale per innovare il settore industriale e quello edilizio nonché il tessuto delle piccole e medie imprese italiane. Guardando oltre i nostri confini è possibile trovare 240 mila occupati in Germania nelle fonti rinnovabili; la prospettiva italiana è che ci siano almeno 65 mila occupati nell'eolico (secondo le stime dell'Anev al 2020) e magari altrettanti nel solare termico, nel fotovoltaico, nelle biomasse.

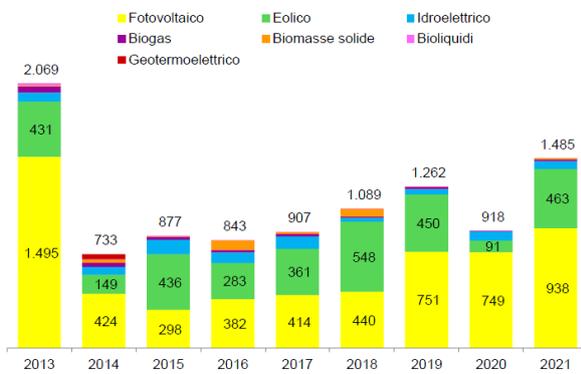
Di seguito si riportano i dati del Rapporto GSE "Monitoraggio degli impatti economici e occupazionali delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica" del novembre 2022 relativi sia alla potenza annua installata che all'incremento di ULA (unità lavorative annue).



RICADUTE ECONOMICHE E OCCUPAZIONALI DELLE FER ELETTRICHE

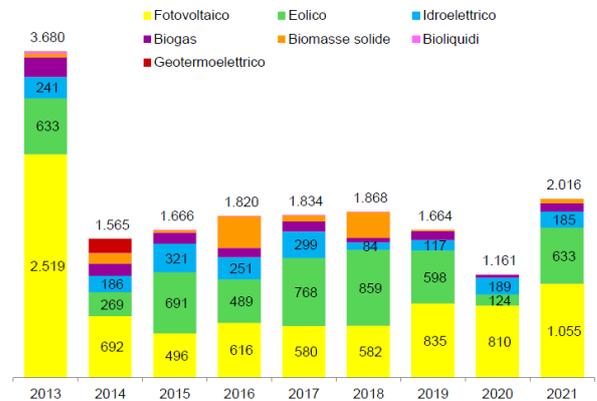
- Con l'eccezione del 2013, anno in cui il settore fotovoltaico è stato in parte trainato dal Conto Energia, dal **2014 al 2019** il trend delle nuove installazioni, che hanno interessato in primis i settori eolico e fotovoltaico, si è mantenuto intorno a una media di circa **950 MW all'anno** corrispondenti ad investimenti mediamente intorno a **1,7 miliardi di euro l'anno**.
- Nel **2020**, tale trend ha subito una **battuta d'arresto** legata agli effetti della pandemia. Nel **2021** si stima che siano stati investiti circa **2 miliardi di euro** in nuovi impianti di produzione di energia elettrica da FER, con un aumento del 79% rispetto al 2020.

Nuova potenza installata in rinnovabili nel settore elettrico nel periodo 2013 – 2021 (MW)



Non sono inclusi gli impianti Idroelettrici di pompaggio misto, i rifiuti e i gas di discarica o depurazione

Stima degli investimenti in rinnovabili nel settore elettrico nel periodo 2013 – 2021* (milioni di euro)



*stime preliminari

Il Rapporto fa riferimento anche ai dati provenienti dall'indotto dell'O&M.

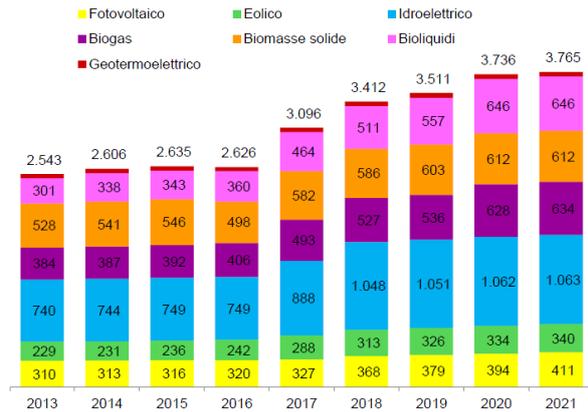




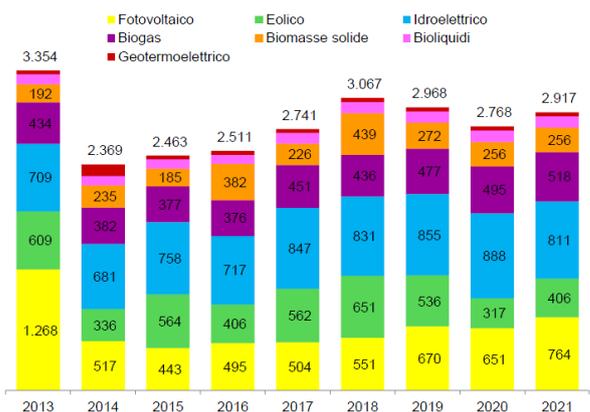
RICADUTE ECONOMICHE E OCCUPAZIONALI DELLE FER ELETTRICHE

- Le spese di **O&M** sono cresciute da circa **2,5 miliardi** di euro nel **2013** a circa **3,8 miliardi** di euro nel **2021**, per effetto dell'entrata in esercizio di nuovi impianti che hanno gradualmente incrementato lo stock esistente.
- In termini di creazione di nuovo **Valore Aggiunto** per l'economia nazionale, le rinnovabili nel settore elettrico nel **2021** contribuiscono per circa **3 miliardi di euro**; considerando l'intero periodo monitorato (2013 -2021), il contributo complessivo stimato è pari a oltre **25 miliardi di euro**.

Stima delle spese O&M in rinnovabili nel settore elettrico nel periodo 2013 – 2021* (milioni di euro)



Stima del nuovo Valore Aggiunto generato dalle FER nel settore elettrico nel periodo 2013 – 2021* (milioni di euro)



Non sono inclusi gli impianti Idroelettrici di pompaggio misto, i rifiuti e i gas di discarica o depurazione

*stime preliminari

Dai dati si stima che nel solo 2021 ci sia stato un incremento di occupati permanenti diretti e indiretti pari a 7.000 ULA.

Pertanto supponendo prudenzialmente un incremento di 1 ULA/MW installato, la realizzazione del progetto comporterà un incremento di 24 ULA.

6. ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

L'analisi delle alternative, in generale, ha lo scopo di individuare le possibili soluzioni diverse da quella di progetto e di confrontarne i potenziali impatti con quelli determinati dall'intervento proposto.

Le alternative di progetto possono essere distinte per:

- alternative strategiche;
- alternative di localizzazione;
- alternative di processo o strutturali;



- alternative di compensazione o di mitigazione degli effetti negativi;

dove:

- × per **alternative strategiche** si intendono quelle prodotte da misure atte a prevenire la domanda, la “motivazione del fare”, o da misure diverse per realizzare lo stesso obiettivo;
- × le **alternative di localizzazione** possono essere definite in base alla conoscenza dell’ambiente, alla individuazione di potenzialità d’uso dei suoli, ai limiti rappresentati da aree critiche e sensibili;
- × le **alternative di processo o strutturali** passano attraverso l’esame di differenti tecnologie, processi, materie prime da utilizzare nel progetto;
- × le **alternative di compensazione o di mitigazione** degli effetti negativi sono determinate dalla ricerca di contropartite, transazioni economiche, accordi vari per limitare gli impatti negativi.

Oltre a queste possibilità di diversa valutazione progettuale, esiste anche l’**alternativa “zero”** coincidente con la non realizzazione dell’opera.

Nel caso in esame tutte le possibili alternative sono state ampiamente valutate e vagliate nella fase decisionale antecedente alla progettazione oppure nel corso della stessa; tale processo ha condotto alla soluzione che ha fornito il massimo rendimento con il minore impatto ambientale.

In particolare, le **alternative di localizzazione** sono state affrontate nella fase iniziale di progettazione.

Nell’esame delle varie ipotesi di ubicazione, che hanno comportato anche opportuni sopralluoghi in sito per verificarne la fattibilità e, si è tenuto conto delle aree soggette a vincolo ambientale e paesaggistico (aree soggette a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.) ed alla perimetrazione delle aree protette e delle aree urbanizzate.

Oltre ai fattori di vincolo descritti, nell’analisi delle alternative si è anche tenuto conto di alcune caratteristiche del territorio attraversato, che possono rappresentare fattori di condizionamento, quali l’assetto geo-morfologico dell’area interessata, nonché zone di interesse ambientale e storico culturale.



Le **alternative strutturali** sono state valutate durante la redazione del progetto, la cui individuazione della soluzione finale è scaturita da un processo iterativo finalizzato ad ottenere il massimo della integrazione dell'impianto con il patrimonio morfologico e paesaggistico esistente.

L'opzione zero consiste fondamentalmente nel rinunciare alla realizzazione del Progetto, come si è detto. Innanzitutto si sottolinea che l'alternativa zero non si valuta nell'ottica della non realizzazione dell'intervento in maniera asettica, che avrebbe sicuramente un impatto ambientale minore in termini prettamente paesaggistici, ma nell'ottica di produzione di energia per il soddisfacimento di un determinato fabbisogno che, in alternativa, verrebbe prodotto da altre fonti, tra cui quelle fossili.

Ma anche in assenza di crescita del fabbisogno energetico, la necessità di energia da fonte rinnovabile è destinata a crescere.

La non realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto costituisce rinuncia ad una opportunità di soddisfare una significativa quota di produzione di energia elettrica mediante fonte rinnovabili, in un territorio in cui la risorsa "sole" risulta più che mai sufficiente a rendere produttivo l'impianto.

Quanto detto risulta quanto mai vantaggioso dal momento in cui puntare sull'energia pulita non è più una questione puramente ambientale. I costi di produzione elettrica da fonti rinnovabili hanno raggiunto il punto di svolta e, in metà delle potenze del G20, riescono a tener testa, se non addirittura a esser più convenienti, di fossili e nucleare.

A ribadirlo è oggi un nuovo studio commissionato da Greenpeace alla Lappeenranta University della Finlandia. Il report compara gli attuali costi di produzione elettrica di energie verdi con carbone, gas ed "atomo" allungando le previsioni fino al 2030.

E se l'energia prodotta dalle centrali eoliche è risultata, fin dal 2015, l'opzione più conveniente in vaste parti d'Europa, Sud America, Stati Uniti, Cina e Australia, per il futuro lo studio prevede un vero e proprio boom del fotovoltaico.

È chiaro quindi, come un impianto fotovoltaico produca notevoli benefici ambientali rispetto ad un analogo impianto alimentato con una risorsa tradizionale, evitando sia ragguardevoli quantità di consumo di materia prima, che emissioni nocive.



Quindi “l’Alternativa Zero” risulta senza ombra di dubbio notevolmente più impattante rispetto “all’Alternativa di Progetto”. Tale aspetto sarà evidenziato anche sotto forma numerica attraverso il confronto matriciale riportata nel Quadro di riferimento Ambientale.

Come **alternativa strategica (Alternativa 1)**, è stata invece valutata la realizzazione di un impianto di pari potenza ma alimentato da fonti fossili.

Un confronto può essere fatto, ad esempio, in termini di consumo di materie prime (fonti energetiche non rinnovabili) e di emissioni nocive in atmosfera, tra l’energia prodotta da un impianto eolico e quella di una centrale termoelettrica con ipotesi di utilizzo di fonti non rinnovabili, a parità di potenza erogata.

Si suppone:

- consumi medi di fonti di combustione non rinnovabili per la produzione di 1 kWh di energia elettrica ;
- fattori di emissioni differenziate per tipologia di combustibile e per tipologia di inquinanti ;
- valore di producibilità annua dell’impianto, di circa 31 661 494.73 kWh.

I dati dei consumi medi di fonti non rinnovabili per la produzione di 1 kWh di energia elettrica, sono riportati nella tabella seguente:

FONTI NON RINNOVABILI			
Combustibile	Consumo specifico medio	Unità di misura	Fonte dati
Carbone	0,355	kg/kWh	Autorità per l’energia elettrica ed il gas Delibera n°16/98
Petrolio	0,23	kg/kWh	ENEL
Gasolio	0,22	kg/kWh	EPA
Gas naturale	0,28	m ³ /kWh	EPA
Olio combustibile	0,221	kg/kWh	Autorità per l’energia elettrica ed il gas Delibera n°16/98

I fattori di emissione per tipologia di inquinante e per tipologia di combustibile (fonte APAT) sono invece:



Combustibile	Fattore di emissione CO ₂	Fattore di emissione SO ₂	Fattore di emissione NO _x
	(kg/GJ)	(kg/GJ)	(kg/GJ)
Carbone	94,073	0,59	0,39
Petrolio	101	0	0
Gasolio	77,149	0,22	0,14118
Gas naturale	55,82	0,25	0,00038
Olio combustibile	78	0,2	0,92683

Per quanto riguarda il consumo di materie prime per la produzione di energia equivalente che l'impianto consente di evitare, si sono ottenuti i seguenti risultati relativi alla produzione annua:

Combustibile	Consumo evitato (1 anno)	Unità di misura
Carbone	11 239,83	[t/anno]
Petrolio	7 282,14	[t/anno]
Gasolio	6 965,53	[t/anno]
Gas naturale	8 865,22	[mc/anno]
Olio combustibile	6 997,19	[t/anno]

Considerato un periodo di vita dell'impianto di circa 30 anni, i consumi di materie prime evitati sono pertanto i seguenti:

Combustibile	Consumo evitato (30 anno)	Unità di misura
Carbone	337 194,92	[t/anno]
Petrolio	218 464,31	[t/anno]
Gasolio	208 965,87	[t/anno]
Gas naturale	265 956,56	[mc/anno]
Olio combustibile	209 915,71	[t/anno]

Per quanto riguarda, invece, le emissioni di gas nocivi evitate si è fatto riferimento ai dati APAT per ricavare i valori dei fattori di emissione FE per la singola attività (kg/GJ), differenziati per tipologia di combustibile e per tipologia di inquinante, considerando la formula :

$$E=A \times FE$$



dove

E: emissione dovute all'attività [t/anno]

A: indicatore di attività (ad esempio il consumo di combustibile, la quantità di energia prodotta) [GJ]

FE : Fattori di emissione per la singola attività [kg/GJ]

Nella tabella che segue, oltre ai valori dei fattori di emissione e del Potere Calorifero Inferiore (PCI) di ciascun combustibile, utilizzato quest'ultimo per il calcolo dell'Indicatore di Attività (A= Consumo di combustibile x PCI), sono stati evidenziati i risultati circa le emissioni evitate correlate al tipo di combustibile.

Combustibile	Fattore di emissione CO₂	Fattore di emissione SO₂	Fattore di emissione NO_x	Consumo	PCI	emissione CO₂	emissione SO₂	emissione NO_x
	(kg/GJ)	(kg/GJ)	(kg/GJ)	[t/anno]	[MJ/kg]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]
Carbone	94,073	0,59	0,39	11 239,83	31,40	33 201,25	208,23	137,64
Petrolio	101	0	0	7 282,14	41,80	30 743,75	0,00	0,00
Gasolio	77,149	0,22	0,14118	6 965,53	42,60	22 892,54	65,28	41,89
Gas naturale	55,82	0,25	0,00038	8 865,22	36,10	17 864,32	80,01	0,12
Olio combustibile	78	0,2	0,92683	6 997,19	41,00	22 377,01	57,38	265,89

Da quanto detto si può evincere come l'impianto in progetto produrrà notevoli benefici ambientali, evitando sia ragguardevoli quantità di consumo di materia prima, rispetto ad un analogo impianto alimentato con una risorsa tradizionale, sia di emissioni nocive in atmosfera.



7. CONCLUSIONI

Alla luce delle considerazioni sopra esposte si è previsto di mettere in atto alcuni accorgimenti durante la fase di cantiere e di intraprendere ulteriori azioni per ridurre o eliminare potenziali perturbazioni al sistema ambientale, precisando le metodologie operative. Tali accorgimenti/azioni vengono recepiti integralmente dal progetto. Segue un elenco sintetico di tutti gli accorgimenti/azioni proposti:

- ✚ **Modalità di stoccaggio delle sostanze inquinanti durante la fase di cantiere:** Al fine di salvaguardare il territorio interessato verrà prescritto alle imprese costruttrici di adottare misure adeguate per lo stoccaggio di sostanze inquinanti (es. gasolio per i mezzi d'opera) al fine di evitare qualsiasi rischio di sversamento nei corpi idrici superficiali e sotterranei. Pertanto tutti i materiali liquidi o solidi, scarti delle lavorazioni o pulizia di automezzi, verranno stoccati in appositi luoghi resi impermeabili o posti in contenitori per il successivo trasporto presso i centri di recupero/smaltimento.
- ✚ **Limitazione delle perturbazioni sulla componente suolo:** In fase di realizzazione lo scotico del piano di campagna e gli strati fertili del terreno saranno rimossi in condizioni di moderata umidità, così da non compromettere la struttura fisica del suolo; essi non saranno mescolati con rifiuti di qualsiasi natura o altro materiale che possono risultare dannosi per la crescita del cotico erbaceo; il terreno fertile sarà accatastato in luoghi idonei, non soggetti a traffico di cantiere e riutilizzato non appena possibile compatibilmente con le fasi di lavoro.
- ✚ **Contenimento specie infestanti:** Al fine di contrastare l'ingresso di piante invasive, se durante le attività di cantiere all'interno di comunità vegetali erbacee (praterie e incolti) si produrranno delle aree denudate, cioè prive di copertura erbacea, queste dovranno essere prontamente inerbite con un miscuglio di semi per i rinverdimenti che deve essere composto unicamente da specie autoctone. Occorre in ogni caso evitare la fertilizzazione sia chimica che organica. In alternativa, se le condizioni del cotico in situ sono sufficienti per l'asportazione in zolle e le condizioni meteo-climatiche si prestano favorevoli, si può accantonare e debitamente conservare il cotico erboso stesso e al termine degli interventi di cantierizzazione effettuare il trapianto di nuovo in loco.



- ✚ **Riduzione del rumore e delle emissioni:** In caso d'attivazione di cantieri, le macchine e gli impianti in uso dovranno essere conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale; per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (ad esempio: carenature, oculati posizionamenti nel cantiere, macchine gommate piuttosto che cingolate, ecc.); Impiegare apparecchi di lavoro e mezzi di cantiere a basse emissioni, di recente omologazione.
- ✚ **Ottimizzazione trasporti:** Verrà ottimizzato il numero di trasporti previsti per i mezzi pesanti.
- ✚ **Abbattimento polveri dai depositi temporanei di materiali di scavo e di costruzione:** Riduzione dei tempi in cui il materiale stoccato rimane esposto al vento; Copertura dei depositi e dei mezzi di trasporto con stuoie o teli; Bagnatura del materiale sciolto stoccato.
- ✚ **Abbattimento polveri dovuto alla movimentazione di terra del cantiere:** Copertura dei carichi di inerti fini che possono essere dispersi in fase di trasporto; Bagnatura del materiale.
- ✚ **Abbattimento polveri dovuto alla circolazione di mezzi all'interno del cantiere:** Bagnatura del terreno, intensificata nelle stagioni più calde; Bassa velocità di circolazione dei mezzi; Copertura dei mezzi di trasporto;
- ✚ **Abbattimento polveri dovuto alla circolazione di mezzi su strade non pavimentate:** Bagnatura del terreno; Bassa velocità di intervento dei mezzi; Copertura dei mezzi di trasporto;
- ✚ **Corretta ubicazione:** Dislocazione e allontanamento dell'area di impianto da beni culturali, centri abitati, centri storici, strade, strade panoramiche, Aree Natura 2000.
- ✚ **Accessi alle aree e sopralluoghi:** L'accesso all'area di cantiere avviene attraverso la viabilità esistente. Si limiterà l'apertura di nuove piste di accesso. In sede di progetto esecutivo potrebbero comunque verificarsi degli aggiornamenti in seguito a valutazioni di natura tecnica.



- + Limitazione del danneggiamento della vegetazione durante la posa e dei conduttori:** La posa dei conduttori verrà effettuata evitando per quanto possibile il taglio e il danneggiamento della vegetazione esistente.
- + Riutilizzo del materiale scavato:** Il materiale derivante dalle attività di scavo dichiarato idoneo, verrà per quanto possibile riutilizzato in sito. Tale mitigazione permetterà, indirettamente, di diminuire sensibilmente il numero dei trasporti in ingresso ed uscita dai cantieri con un evidente beneficio ambientale in termini di emissioni di gas di scarico dei mezzi e polveri in atmosfera, di perturbazione del clima acustico e di incidenza sul normale traffico veicolare in corrispondenza delle arterie viabilistiche principali nelle aree limitrofe ai cantieri.

