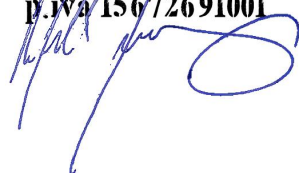


**ISTANZA DI VIA**  
**(Artt. 23-24-25 del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)**  
**Integrazioni post osservazioni del pubblico prot. MASE n. 00050581 del 03.04.2023**

COMMITTENTE

**DIOMEDE srl**  
 via Nairobi 40  
 00144 - Roma - RM  
 p.iva 15672691001




**DIOMEDE**

PROGETTISTI INCARICATI

**Arch. DANIELE CONTICCHIO**

STUDIO PROFESSIONALE IN PIAZZA DELLA ROCCA N.33  
 VITERBO (VT)  
 C.F. CNTDNL84B16G148E - P.IVA 02193820566  
 tel. +39 3406705346 - mail: danielle.conticchio@gmail.com  
 pec: d.conticchio@pec.archrm.it  
 Iscritto all'Ordine degli Architetti P.P.C. di Roma e Provincia  
 al n. 22831 sez.A

**Ing. MARCO GRANDE**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA CASILINA NORD N.93  
 FROSINONE (FR)  
 C.F. GRNMRC71D22D810A - P.IVA 02439640604  
 tel. +39 392 5867910 - mail: enstudio71@gmail.com  
 pec: marco1.grande@ingpec.eu  
 Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
 Frosinone al n.1161

**Ing. DANIELE MARRAS**

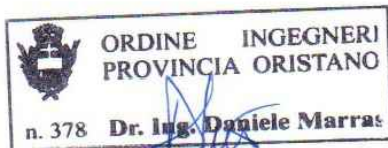
STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2  
 CAGLIARI (CA)  
 C.F. MRRDNL73H22B354N - P.IVA 01033560952  
 tel. +39 393 9902969 - mail: danielle@mvprogetti.com  
 pec: danielle.marras@ingpec.eu  
 Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
 Oristano al n. 378

**Ing. LORENA VACCA**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2  
 CAGLIARI (CA)  
 C.F. VCCLRN75C48H856P - P.IVA 02738080924  
 tel. +39 342 0776977 - mail: lorena@mvprogetti.com  
 pec: lorena.vacca@ingpec.eu  
 Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
 Cagliari al n. 4766

**PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN**  
**Potenza nominale 92,6408 MWp**

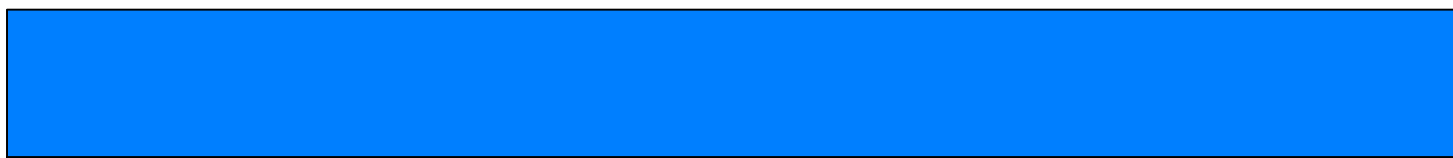
*Località "Serra Taccori" - Comune di Uta (CA)*



TITOLO ELABORATO

**QUADRO PROGETTUALE**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
01		Definitivo	Agosto 2023		SIAPROG002
REV.		FASE PROGETTUALE	DATA	SCALA	IDENTIFICATORE





## SOMMARIO

<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>3</b>
<b>Premessa</b>	<b>3</b>
<b>Struttura dello Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>5</b>
<b>Localizzazione del progetto</b>	<b>9</b>
<b>Piano Regionale Trasporti - P.R.T.</b>	<b>14</b>
<b>ANALISI DELLE ALTERNATIVE</b>	<b>15</b>
<b>Motivazioni dell'opera</b>	<b>15</b>
<b>Alternativa zero</b>	<b>15</b>
<b>Studio delle alternative progettuali</b>	<b>18</b>
<b>QUADRO PROGETTUALE</b>	<b>19</b>
Dimensioni e caratteristiche dell'impianto	19
Materiali e risorse naturali impiegate	27
Tipologia e quantità dei rifiuti ed emissioni prodotte	29
Fase di costruzione	29
Fase di esercizio	47
Tecnologia e tecniche adottate	56
Moduli fotovoltaici	57
Tecnologia di inseguimento solare	59
Configurazione dell'impianto fotovoltaico	60
Limitazione delle emissioni nella fase di costruzione	62
Limitazione del consumo di risorse naturali	64
Cavidotti	65
Percorso	65
Modalità di posa	66
Interferenze	67
Alternative di progetto esaminate	72
Ricadute occupazionali	74
Dismissione e ripristino	75
<i>Figura 1 - localizzazione del progetto su foto satellitare</i>	4
<i>Figura 2 – area di impianto e cavidotto AT di connessione alla RTN</i>	4
<i>Figura 3 – area contrattualizzata (rosso) e area di progetto (arancione)</i>	11
<i>Figura 4 - inquadramento dell'area di impianto su CTRN</i>	11
<i>Figura 5 - inquadramento dell'area di impianto e cavidotto su CTRN</i>	12
<i>Figura 6 - inquadramento dell'area di impianto e cavidotto su foto satellitare</i>	12
<i>Figura 7 - inquadramento dell'area di progetto su base catastale (in rosso le particelle contrattualizzate, in arancione le parti interessate dal progetto)</i>	13
<i>Figura 8 – individuazione dei lotti d'impianto</i>	19
<i>Figura 9 – esempio di impianto realizzato con i tracker proposti e pannelli in configurazione monofilare</i>	20
<i>Figura 10 – sezione trasversale dei tracker proposti e pannelli in configurazione monofilare</i>	21
<i>Figura 11 – distanza interfila (pitch)</i>	21
<i>Figura 12 – schema di posa dei cavidotti e della viabilità interni all'impianto</i>	23
<i>Figura 13 – sezione di scavo per alloggiamento cavi BT</i>	24
<i>Figura 14 – sezione di scavo per alloggiamento cavi MT</i>	24
<i>Figura 15 – sezione di scavo per alloggiamento cavi AT</i>	24
<i>Figura 16 – sezione strade perimetrali e interne</i>	25
<i>Figura 17 – particolare recinzione</i>	26



<i>Figura 18 – sezione recinzione</i>	26
<i>Figura 19 – percorso del cavidotto AT</i>	66
<i>Figura 20 – sezione tipo per attraversamento in sub-alveo</i>	67
<i>Figura 21 – individuazione degli attraversamenti</i>	68
<i>Figura 22 – attraversamento 1</i>	69
<i>Figura 23 – attraversamento 2</i>	69
<i>Figura 24 – attraversamento 3</i>	70
<i>Figura 25 – attraversamento 4</i>	70
<i>Figura 26 – attraversamento 5</i>	71
<i>Figura 27 – attraversamento 6</i>	71
<i>Figura 28 – attraversamento 7</i>	72



# Studio di Impatto Ambientale

## Premessa

Il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA) è relativo al progetto di un impianto fotovoltaico di taglia industriale da realizzarsi nel territorio del Comune di Uta (CA), in località Serra Taccori.

L'impianto in progetto prevede l'installazione a terra, su un lotto di terreno di estensione totale 2.207.790 m<sup>2</sup> attualmente a destinazione agricola, di 130.480 pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 710 Wp.

La porzione di territorio interessata dall'impianto (con riferimento alla recinzione perimetrale) all'interno del lotto su indicato è suddivisa in 2 lotti di estensione totale pari a 65,75 ha.

I pannelli saranno montati su 2.499 strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione monofilare; ogni tracker alloggerà 1 filare da 8, 16, 32, 48 o 64 moduli ognuno.

Il progetto prevede 276 tracker da 8, 142 tracker da 16 moduli, 150 tracker da 32 moduli, 149 tracker da 48 moduli e 1.782 tracker da 64 moduli, per un totale di 130.480 moduli e una potenza complessiva installata di 92,6408 MWp.

I trackers saranno collegati in bassa tensione alle 13 cabine inverter (una per ogni blocco elettrico in cui è suddiviso lo schema d'impianto), queste saranno collegate in media tensione a 2 cabine MT e 1 cabine IO, che si collegherà alla sottostazione utente.

L'impianto sarà corredato inoltre da 1 control room e wc, a disposizione del personale.

La sottostazione utente (stazione elettrica di utenza SSE) MT/AT 220 kV sarà realizzata all'interno dell'area di impianto, in prossimità del confine est della stessa.

La stazione elettrica di utenza (SSE) sarà realizzata allo scopo di collegare l'impianto fotovoltaico DIOMEDE in progetto alla stazione elettrica (SE) AT di Terna, ubicata a sud-est dello stesso impianto.

La stazione di utenza (SSE), occupa un'area di circa 1.800 m<sup>2</sup> e dista circa 8.608 m dalla stazione AT (SE), di nuova realizzazione, da ubicarsi nel Comune di Assemini.

La SSE sarà collegata:

- all'impianto DIOMEDE da una linea MT interna all'impianto
- alla SE da una linea AT.

La linea AT avrà una lunghezza di circa 8.608 m, e il suo percorso passa sulla viabilità esistente asfaltata.



Figura 1 - localizzazione del progetto su foto satellitare

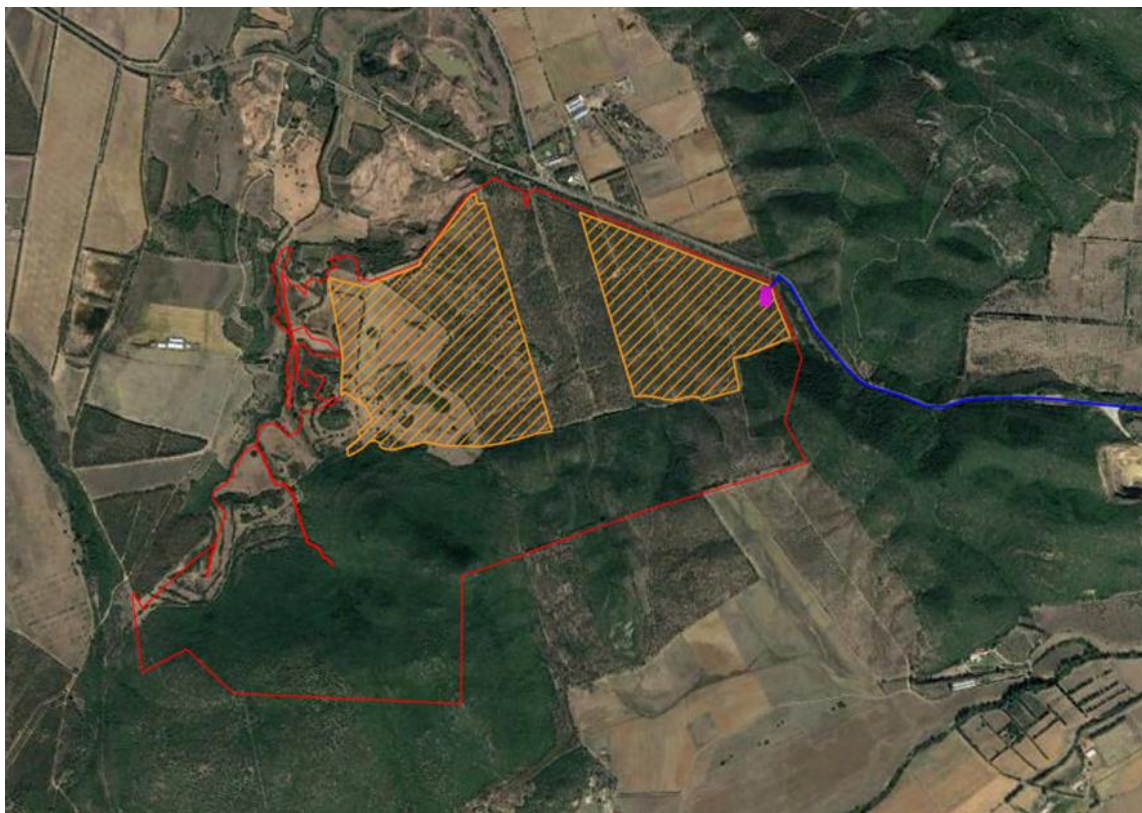


Figura 2 – area di impianto e cavidotto AT di connessione alla RTN



# Struttura dello Studio di Impatto Ambientale

I contenuti del SIA sono stati strutturati secondo quanto indicato all'art. 22 e nell'Allegato VII alla Parte II del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

L'art. 22 citato dispone che il Sia contenga almeno le seguenti informazioni:

- una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla sua localizzazione ed alle sue dimensioni;
- una descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli impatti negativi rilevanti;
- i dati necessari per individuare e valutare i principali impatti sull'ambiente e sul patrimonio culturale che il progetto può produrre, sia in fase di realizzazione che di esercizio;
- una descrizione sommaria delle principali alternative prese in esame dal proponente, ivi compresa la cosiddetta opzione zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale;
- una descrizione delle misure previste per il monitoraggio.

L'Allegato VII citato specifica che il SIA deve contenere:

## 1. Descrizione del progetto, comprese in particolare:

a) la descrizione dell'ubicazione del progetto, anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti;

b) una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;

c) una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);

d) una valutazione del tipo e della quantità dei residui e delle emissioni previsti, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, inquinamento dell'acqua, dell'aria, del suolo e del sottosuolo, rumore, vibrazione, luce, calore, radiazione, e della quantità e della tipologia di rifiuti prodotti durante le fasi di costruzione e di funzionamento;

e) la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.



**2.** Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale, e la motivazione della scelta progettuale, sotto il profilo dell'impatto ambientale, con una descrizione delle alternative prese in esame e loro comparazione con il progetto presentato.

**3.** La descrizione degli aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente (scenario di base) e una descrizione generale della sua probabile evoluzione in caso di mancata attuazione del progetto, nella misura in cui i cambiamenti naturali rispetto allo scenario di base possano essere valutati con uno sforzo ragionevole in funzione della disponibilità di informazioni ambientali e conoscenze scientifiche.

**4.** Una descrizione dei fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c), del presente decreto potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto, con particolare riferimento alla popolazione, salute umana, biodiversità (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, fauna e flora), al territorio (quale, a titolo esemplificativo e non esaustivo, sottrazione del territorio), al suolo (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, erosione, diminuzione di materia organica, compattazione, impermeabilizzazione), all'acqua (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, modificazioni idromorfologiche, quantità e qualità), all'aria, ai fattori climatici (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, emissioni di gas a effetto serra, gli impatti rilevanti per l'adattamento), ai beni materiali, al patrimonio culturale, al patrimonio agroalimentare, al paesaggio, nonché all'interazione tra questi vari fattori.

**5.** Una descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto, dovuti, tra l'altro:

a) alla costruzione e all'esercizio del progetto, inclusi, ove pertinenti, i lavori di demolizione;

b) all'utilizzazione delle risorse naturali, in particolare del territorio, del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità, tenendo conto, per quanto possibile, della disponibilità sostenibile di tali risorse;

c) all'emissione di inquinanti, rumori, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, alla creazione di sostanze nocive e allo smaltimento dei rifiuti;

d) ai rischi per la salute umana, il patrimonio culturale, il paesaggio o l'ambiente (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, in caso di incidenti o di calamità);

e) al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto;

f) all'impatto del progetto sul clima (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, natura ed entità delle emissioni di gas a effetto serra) e alla vulnerabilità del progetto al cambiamento climatico;

g) alle tecnologie e alle sostanze utilizzate.

La descrizione dei possibili impatti ambientali sui fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c), del presente decreto include sia effetti diretti che eventuali effetti indiretti, secondari, cumulativi, transfrontalieri, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi del progetto. La descrizione deve tenere conto degli obiettivi di protezione dell'ambiente stabiliti a livello di Unione o degli Stati membri e pertinenti al progetto.



- 6.** La descrizione da parte del proponente dei metodi di previsione utilizzati per individuare e valutare gli impatti ambientali significativi del progetto, incluse informazioni dettagliate sulle difficoltà incontrate nel raccogliere i dati richiesti (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, carenze tecniche o mancanza di conoscenze) nonché sulle principali incertezze riscontrate.
- 7.** Una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto e, ove pertinenti, delle eventuali disposizioni di monitoraggio (quale, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la preparazione di un'analisi ex post del progetto). Tale descrizione deve spiegare in che misura gli impatti ambientali significativi e negativi sono evitati, prevenuti, ridotti o compensati e deve riguardare sia le fasi di costruzione che di funzionamento.
- 8.** La descrizione degli elementi e dei beni culturali e paesaggistici eventualmente presenti, nonché dell'impatto del progetto su di essi, delle trasformazioni proposte e delle misure di mitigazione e compensazione eventualmente necessarie.
- 9.** Una descrizione dei previsti impatti ambientali significativi e negativi del progetto, derivanti dalla vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità che sono pertinenti per il progetto in questione. A tale fine potranno essere utilizzate le informazioni pertinenti disponibili, ottenute sulla base di valutazioni del rischio effettuate in conformità della legislazione dell'Unione (a titolo e non esaustivo la direttiva 2012/18/UE del Parlamento europeo e del Consiglio o la direttiva 2009/71/Euratom del Consiglio), ovvero di valutazioni pertinenti effettuate in conformità della legislazione nazionale, a condizione che siano soddisfatte le prescrizioni del presente decreto. Ove opportuno, tale descrizione dovrebbe comprendere le misure previste per evitare o mitigare gli impatti ambientali significativi e negativi di tali eventi, nonché dettagli riguardanti la preparazione a tali emergenze e la risposta proposta.
- 10.** Un riassunto non tecnico delle informazioni trasmesse sulla base dei punti precedenti.
- 11.** Un elenco di riferimenti che specifichi le fonti utilizzate per le descrizioni e le valutazioni incluse nello Studio di Impatto Ambientale.
- 12.** Un sommario delle eventuali difficoltà, quali lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate dal proponente nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione degli impatti di cui al punto 5.

In ottemperanza alle disposizioni della Parte Seconda del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 così come modificato dal D.Lgs. n. 104 del 16 giugno 2017, nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale relativo dell'Istanza di pronuncia di compatibilità ambientale, ai sensi del Titolo III art. 22 e art. 23 della citata legge, vengono esplicitati e distinti il Quadro Programmatico il Quadro Progettuale ed il Quadro Ambientale.

Il gruppo di Progettisti incaricato dalla DIOMEDE srl per la redazione del SIA, del progetto definitivo cui esso fa riferimento e delle varie relazioni specialistiche è composto da professionisti con esperienza pluriennale nella progettazione, autorizzazione e realizzazione di impianti fotovoltaici di taglia industriale (multi megawatt) sia in ambito nazionale che estero, con all'attivo numerosi impianti realizzati:

- Ing. Marco Grande – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone
- Ing. Daniele Marras – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Oristano





- Ing. Lorena Vacca – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari
- Arch. Daniele Conticchio – Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori di Roma e Provincia.



# Localizzazione del progetto

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Uta, circa 5,5 km a sud-ovest del centro abitato di UTA e a circa 6,5 km a nord-ovest dell'area industriale "Macchiareddu" di Cagliari, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali.

Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, costituita dalla SP n. 2 "Pedemontana", che corre in adiacenza al margine nord dello stesso.

Nella cartografia del Catasto Terreni del Comune di Uta l'area di impianto è ricompresa nei seguenti fogli e particelle:

## Impianto Fotovoltaico

- Foglio 22, particelle nn. 14, 15, 16, 35, 36
- Foglio 27, particelle nn. 47, 49, 51, 52, 53, 54, 79, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 98, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 155, 158
- Foglio 28, particelle nn. 7, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 54, 55, 57

## Sottostazione utente (SSE)

- Foglio 23, particella n. 57

## Stazione elettrica Terna (SE)

- Foglio 53, del Comune di Assemini.

Nella cartografia ufficiale l'impianto e la SSE sono individuati nelle sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (CTR):

- 556110 "Cadau"
- 556150 "Punta su Narboni"

mentre la SE è individuata alla sezione 556120 "Assemini".

I terreni interessati dal progetto sono iscritti in un rettangolo individuato nel sistema di coordinate geografiche da uno span di latitudine e longitudine:

NORTH LATITUDE=39° 15' 35.6186" N

SOUTH LATITUDE=39° 14' 53.9019" N

EAST LONGITUDE=8° 54' 12.5067" E

WEST LONGITUDE=8° 52' 52.5479" E



I terreni su cui insiste il progetto hanno una destinazione d'uso agricola, e sono liberi da vincoli archeologici, naturalistici, paesaggistici, di tutela dell'ambiente idrico superficiale e profondo.



Figura 3 – area contrattualizzata (rosso) e area di progetto (arancione)

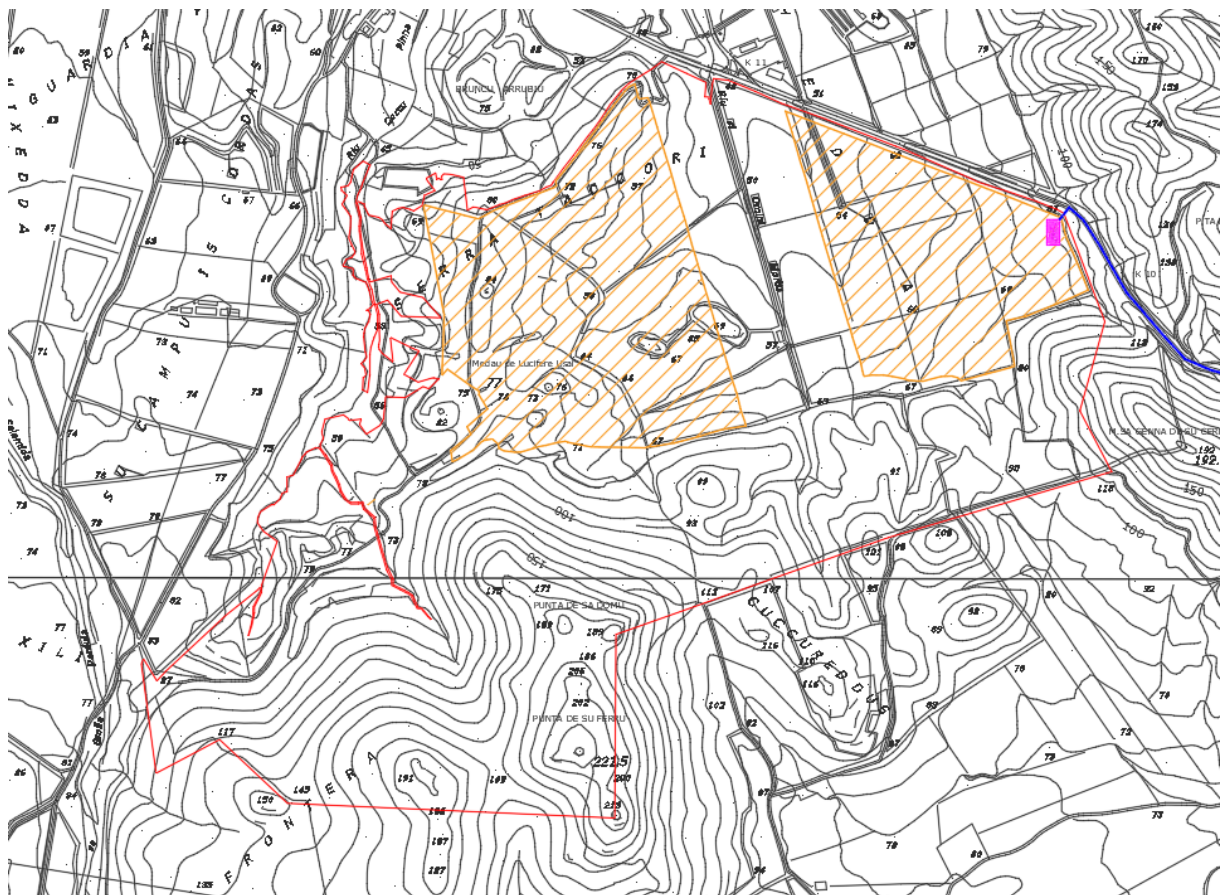


Figura 4 - inquadramento dell'area di impianto su CTRN

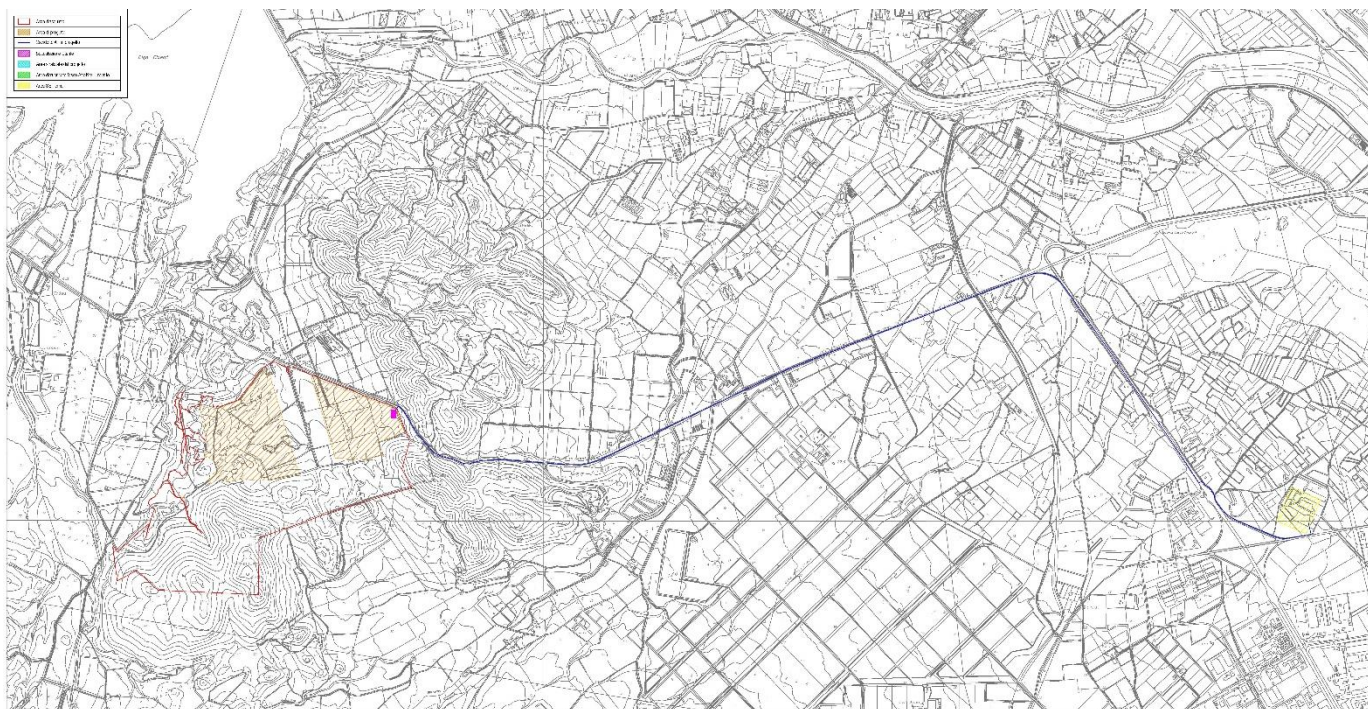


Figura 5 - inquadramento dell'area di impianto e cavidotto su CTRN

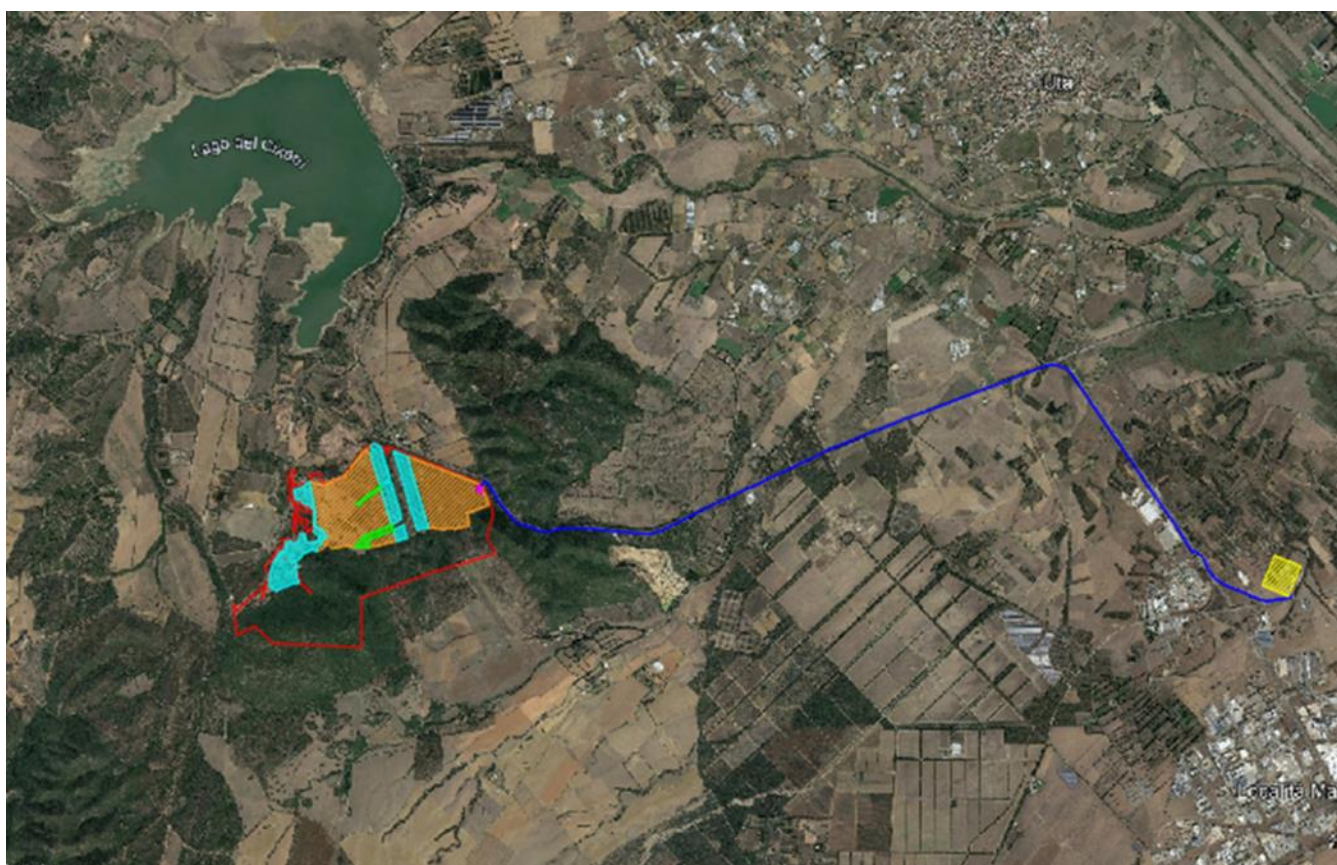


Figura 6 - inquadramento dell'area di impianto e cavidotto su foto satellitare

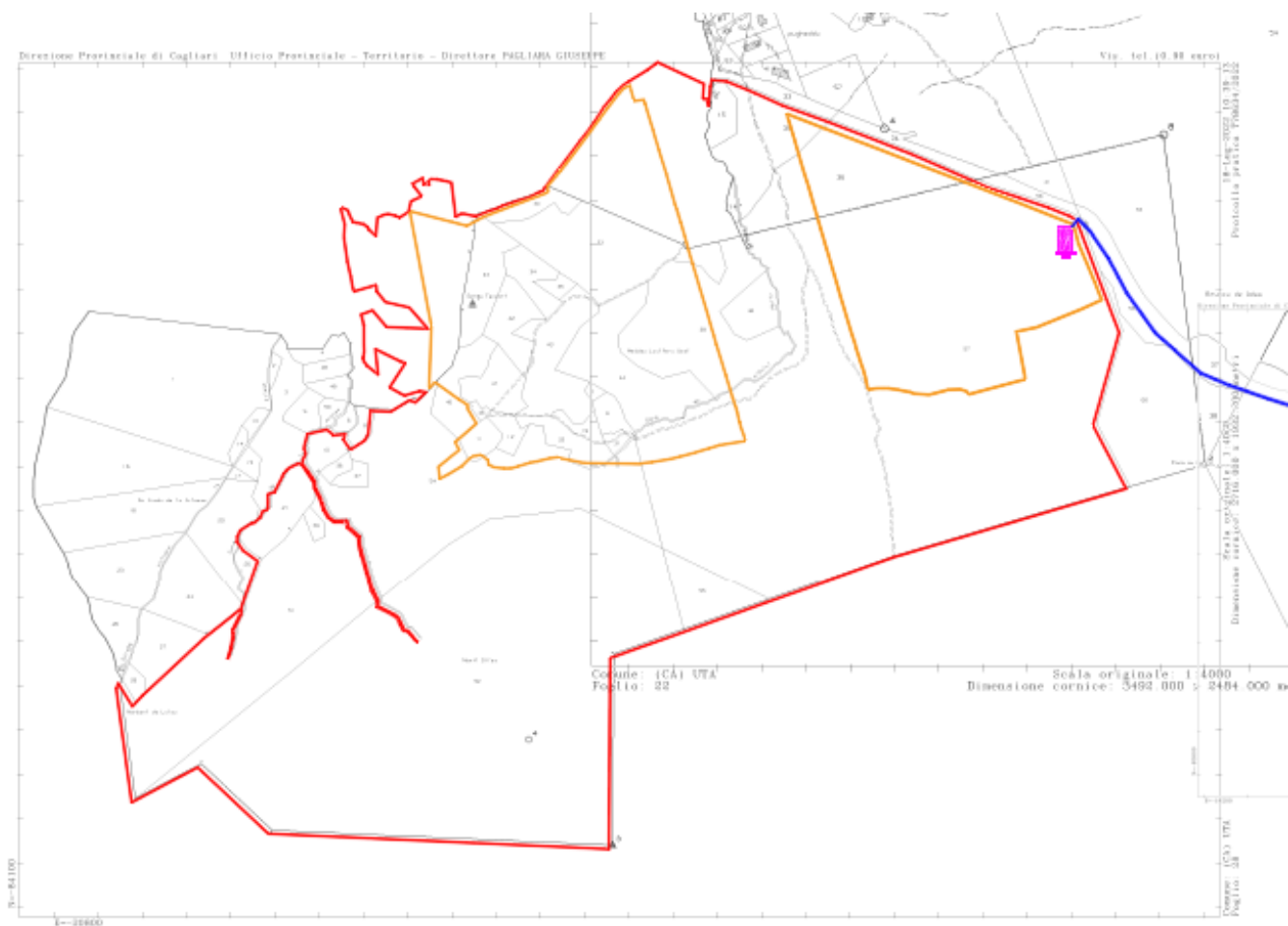


Figura 7 - inquadramento dell'area di progetto su base catastale (in rosso le particelle contrattualizzate, in arancione le parti interessate dal progetto)



## Piano Regionale Trasporti - P.R.T.

Il PRT è lo strumento di pianificazione di medio e lungo termine della politica regionale nei settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria e costituisce uno dei presupposti essenziali per una programmazione ed organizzazione unitaria del sistema dei trasporti della Regione. Di seguito una valutazione dei volumi di traffico suddiviso per aree di competenza:

Analisi volumi traffico (valutato in containers da 20")			
materiale	stradale	ferroviario	navale
moduli FV	300	0	300
Inverter	16	0	16
Trackers	30	0	30
cavi	20	0	20
Cabine	12	0	12

Considerando che la durata dei lavori è stimata in mesi 6 e che i materiali saranno consegnati a partire da due mesi prima dell'inizio lavori l'impatto sui trasporti, esclusivamente marittimi e stradali e di circa 16 container a settimana con una concentrazione prevalente sul porto di Cagliari per quanto riguarda gli scali marittimi e la SS 130 e la SS 196 per quanto attiene la viabilità stradale. Il carico Settimanale medio è pari a quattro containers.

Il progetto dunque non risulta in contrasto con le indicazioni del PRT, inquanto non modifica gli scenari di assetto futuro del sistema dei trasporti, ne incrementa significativamente i carichi sul sistema di trasporto viario e navale.



# ANALISI DELLE ALTERNATIVE

## Motivazioni dell'opera

La nascita dell'idea progettuale proposta scaturisce da una sempre maggior presa di coscienza da parte della comunità internazionale circa gli effetti negativi associati alla produzione di energia dai combustibili fossili.

Gli effetti negativi hanno interessato gran parte degli ecosistemi terrestri e si sono esplicitati in particolare attraverso una modifica del clima globale, dovuto all'inquinamento dell'atmosfera prodotto dall'emissione di grandi quantità di gas climalteranti generati dall'utilizzo dei combustibili fossili. Questi in una seconda istanza hanno provocato altre conseguenze, non ultima il verificarsi di piogge con una concentrazione di acidità superiore al normale.

Queste ed altre considerazioni hanno portato la comunità internazionale a prendere delle iniziative, anche di carattere politico, che ponessero delle condizioni ai futuri sviluppi energetici mondiali al fine di strutturare un sistema energetico maggiormente sostenibile, privilegiando ed incentivando la produzione e l'utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili (FER) in un'ottica economicamente e ambientalmente applicabile.

**Gli eventi politici a livello mondiale di questi ultimi anni hanno determinato un'enorme difficoltà nell'approvvigionamento del gas e contestualmente l'aumento spropositato del costo dell'energia. Tutto ciò ha avuto come conseguenza la chiusura di tantissime attività a livello internazionale, alla mancanza di reperibilità di beni indispensabili nei campi più disparati e conseguentemente all'aumento del costo della vita.**

**Si pone quindi non solo la necessità, ma l'indispensabilità di investire nella produzione di energia, in primo luogo da fonte rinnovabile, che renda ogni nazione indipendente nell'approvvigionamento dell'energia da fonte fossile, e si pone contestualmente la grandissima urgenza di tali investimenti.**

## Alternativa zero

La prima delle alternative da considerare è l'opzione zero, ossia la possibilità stessa di non realizzare l'intervento.

Il progetto proposto si inserisce in un contesto e in un momento in cui il settore del fotovoltaico rappresenta una delle principali forme di produzione di energia rinnovabile e rientra tra le tipologie impiantistiche previste dalla programmazione nazionale e regionale. Così come evidenziato dal Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR), la posizione geografica della Sardegna è particolarmente favorevole per lo sviluppo delle energie rinnovabili, in particolare per il livello di insolazione che permette un rendimento ottimale del sistema fotovoltaico.

Il Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS fotografa la situazione del macrosettore Energia al 2018 (Figura 10) e appare evidente come l'energia elettrica prodotta in Sardegna attraverso centrali termoelettriche o impianti di cogenerazione alimentati a fonti fossili o bioenergie rappresenti ben il 76.3% del totale; segue la produzione attraverso impianti eolici





(12.7%), la produzione da impianti fotovoltaici (6.9%) e infine la produzione da impianti idroelettrici (4.1%).

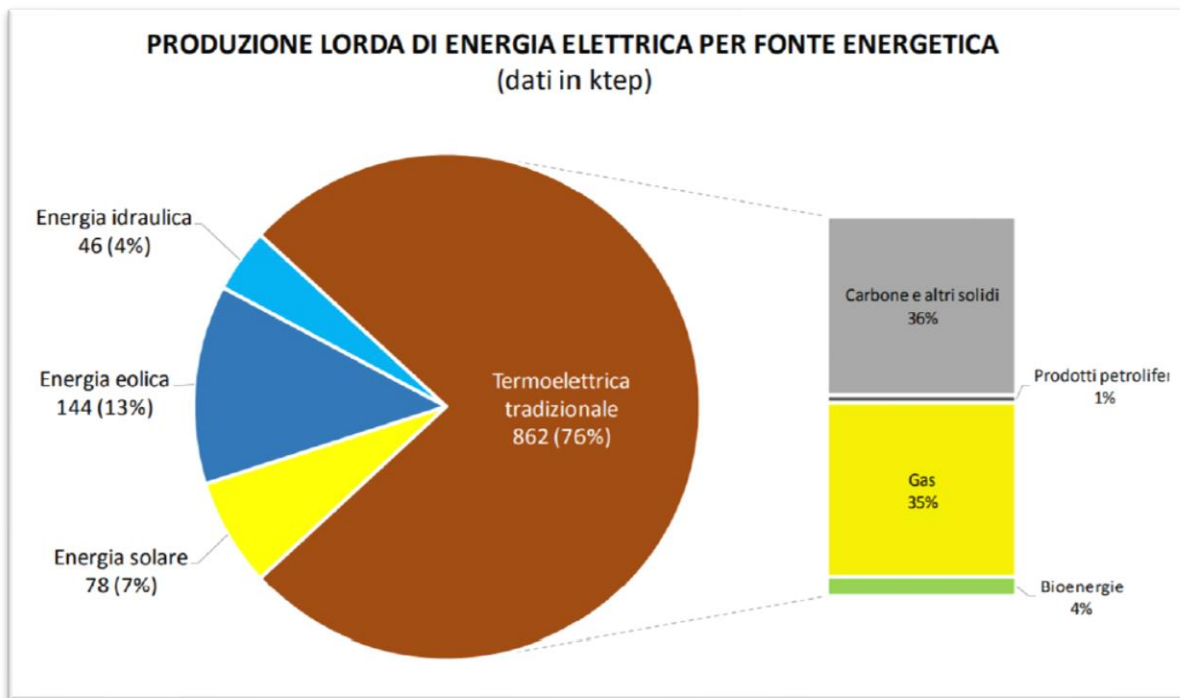


Figura 16: produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2018. Fonte: Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS, 2019.

Di seguito è invece rappresentato l'andamento dei consumi finali lordi di energia e l'andamento dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili a partire dal 2012, ricostruiti a partire dai dati pubblicati dal GSE per il periodo 2012-2017, integrati con le elaborazioni aggiuntive ricavate dal BER 2018.

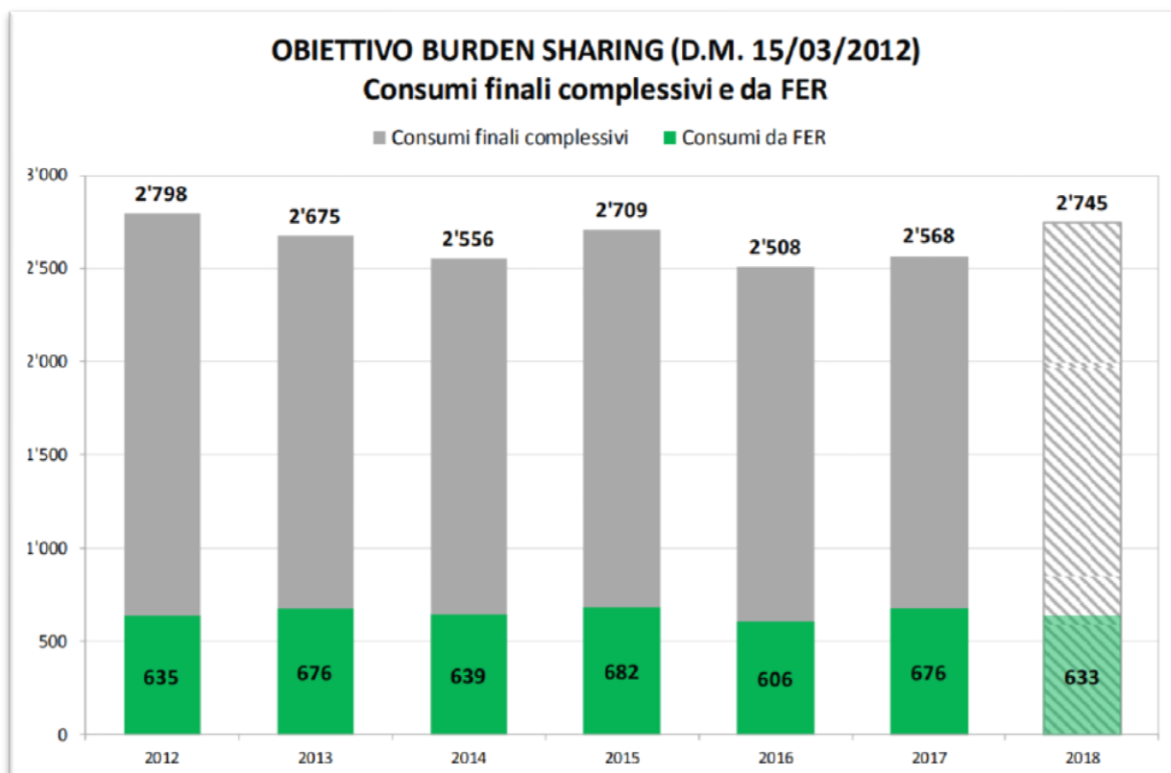




Figura 17: andamento dei consumi finali lordi di energia complessivi e coperti da fonti rinnovabili in Sardegna (espressa in MWh).  
Fonte: dati GSE del 2012 al 2017 e dati BER per anno 2018.

Il Piano Energetico Regionale conferma la necessità di favorire un mix di fonti rinnovabili sul territorio, soprattutto con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dal settore energetico e la diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti. Tra gli obiettivi del Piano si evidenzia inoltre l'indirizzo a minimizzare quanto più possibile le alterazioni ambientali.

L'Italia è tra i firmatari del Protocollo di Kyoto ed è impegnata a ridurre tali emissioni, complessivamente di circa 4-5 milioni di tonnellate all'anno, con interventi volti ad aumentare il rendimento medio del parco esistente e ovviamente a favorire l'aumento dell'incidenza della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (soprattutto eolica e fotovoltaica).

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico in esame contribuirà a ridurre l'emissione di sostanze nocive in atmosfera, consentendo la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) di un valore pari a circa 43.219.467,31 kg/anno in considerazione della mancata produzione di energia elettrica tramite l'utilizzo di combustibile fossile (per ogni kWh prodotto si rilasciano nell'atmosfera 0,53 Kg di CO<sub>2</sub>).

L'opzione zero risulterebbe pertanto in contrasto con gli obiettivi comunitari, nazionali e regionali di:

- diffusione delle energie rinnovabili;
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- aumento del rendimento medio del parco esistente;
- aumento dell'incidenza della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sui consumi finali di energia.

L'opzione zero porterebbe inoltre:

- evidenti negative ricadute socioeconomiche;
- nessuna migioria rispetto all'attuale sfruttamento del terreno.



## Studio delle alternative progettuali

L'alternativa tecnologica considerata valuta l'utilizzo di trackers bifilari come nella figura sottostante.



Figura 18: Tracker bifilare

Un impianto fotovoltaico costituito da tracker di questo tipo presenta però delle criticità rispetto alla soluzione progettuale adottata di un tracker di tipo monofilare:

- maggiore consumo di suolo, che porterebbe ad un conseguimento molto minore degli obiettivi energetici;
- impatti negativi dovuti ad un maggiore utilizzo di metallo;
- maggiori impatti sul paesaggio in quanto questa tipologia di tracker ha una altezza che va dai 4 ai 5 m rispetto al piano di campagna; inoltre la presenza di una fitta rete di cavi di acciaio favorisce un disturbo visivo;
- minori impatti positivi sulla componente atmosfera in quanto le ore equivalenti sarebbero circa il 15% in meno rispetto alla soluzione proposta;
- criticità tecniche dovute a limitazioni di installazione in zone ventose come il territorio sardo.



# QUADRO PROGETTUALE

## Dimensioni e caratteristiche dell'impianto

L'impianto in progetto prevede l'installazione a terra, su un lotto di terreno di estensione totale 2.207.790 m<sup>2</sup> attualmente a destinazione agricola, di 130.480 pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 710 W<sub>p</sub>.

La porzione di territorio interessata dall'impianto (con riferimento alla recinzione perimetrale) all'interno del lotto su indicato è suddivisa in 2 lotti di estensione totale pari a 65,75 ha:

- Lotto 1 – area recintata 253.997 m<sup>2</sup> – potenza installata 56,8852 MW<sub>p</sub>
- Lotto 2 – area recintata 403.523 m<sup>2</sup> – potenza installata 35,7556 MW<sub>p</sub>

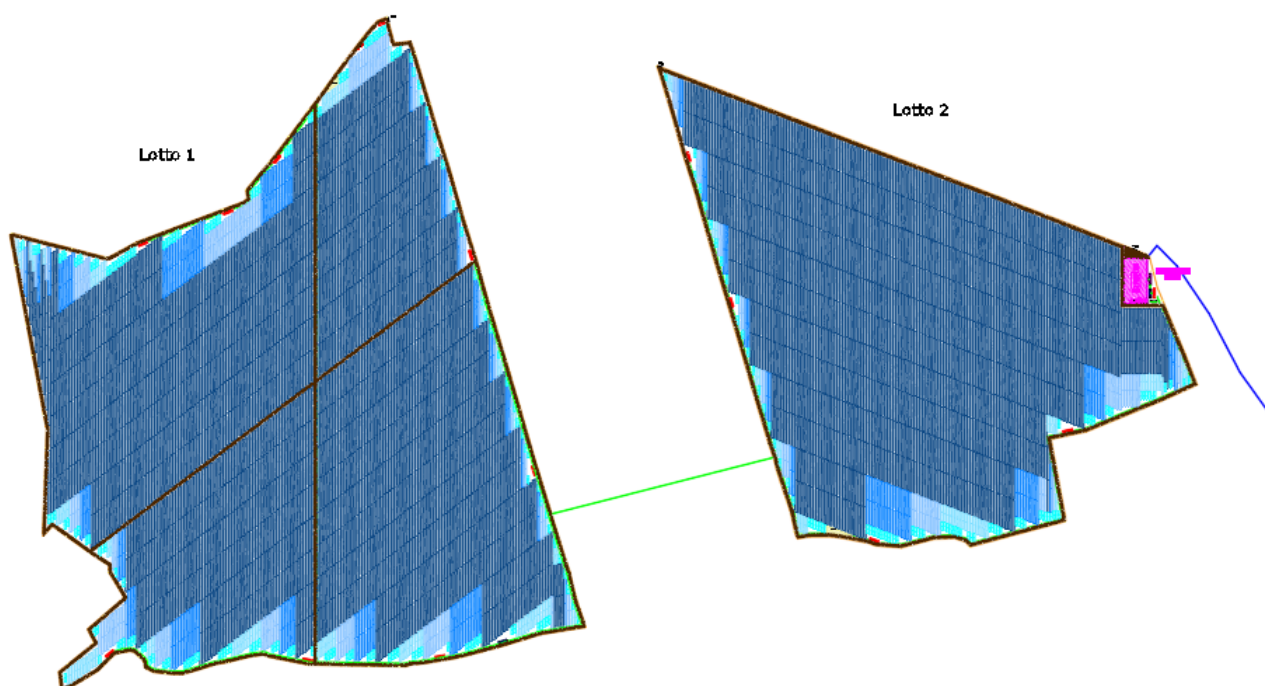


Figura 8 – individuazione dei lotti d'impianto

I pannelli fotovoltaici hanno dimensioni 2.384 x 1.303 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, per un peso totale di 38,80 kg ognuno.

I tracker su cui sono montati sono realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione, e sono mossi da un motorino magnetico passo-passo.



Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest).



Figura 9 – esempio di impianto realizzato con i tracker proposti e pannelli in configurazione monofilare

Ogni tracker è dotato di un motorino a vite senza fine, che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

L'altezza al mozzo delle strutture è di 2 m dal suolo.

L'angolo di rotazione del mozzo è di  $\pm 45^\circ$  rispetto all'orizzontale, pertanto l'altezza minima e massima da terra dei pannelli sarà pari rispettivamente a 1,134 e 2,844 m.

La motorizzazione del mozzo è alimentata da un kit integrato comprendente un piccolo modulo fotovoltaico dedicato una batteria di accumulo, e non necessita di alimentazione esterna.

I pannelli saranno montati su 2.499 strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione monofilare; ogni tracker alloggerà 1 filare da 8, 16, 32, 48 o 64 moduli ognuno.

Il progetto prevede 276 trackers ciascuno alloggiante 8 moduli fotovoltaici, 142 trackers da 16 moduli, 150 trackers da 32 moduli, 149 trackers da 48 moduli e 1.782 trackers da 64 moduli per un totale di 130.480 moduli e una potenza complessiva installata di 92,6408 MWp.

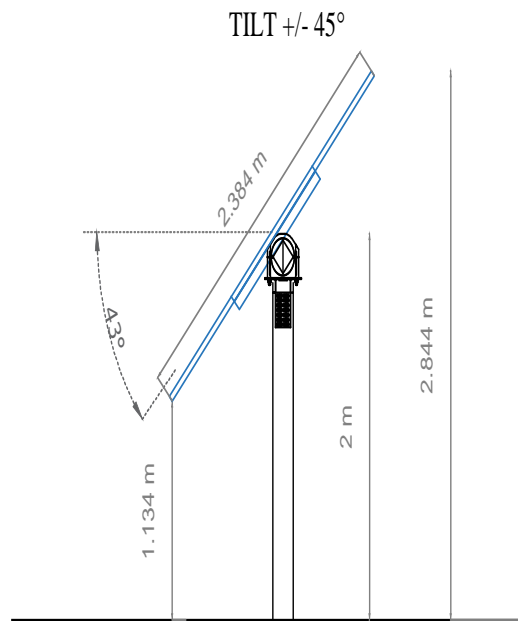


Figura 10 – sezione trasversale dei tracker proposti e pannelli in configurazione monofilare

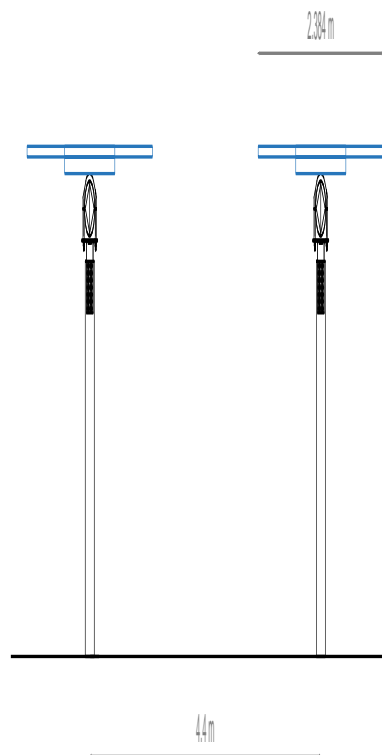


Figura 11 – distanza interfila (pitch)



I trackers saranno collegati in bassa tensione alle 13 cabine inverter (una per ogni blocco elettrico in cui è suddiviso lo schema d'impianto), queste saranno collegate in media tensione a 2 cabine MT e 1 cabine IO, che si collegherà alla sottostazione utente.

L'impianto sarà corredato inoltre da 1 control room e wc, a disposizione del personale.

La sottostazione utente (stazione elettrica di utenza SSE) MT/AT sarà realizzata all'interno dell'area di impianto, in prossimità del confine est della stessa.

La stazione elettrica di utenza (SSE) sarà realizzata allo scopo di collegare l'impianto fotovoltaico DIOMEDE in progetto alla stazione elettrica (SE) AT di Terna, ubicata a sud-est dello stesso impianto.

La stazione di utenza (SSE), occupa un'area di circa 1.800 m<sup>2</sup> e dista circa 8.608 m dalla stazione AT (SE) di nuova realizzazione, da ubicarsi nel Comune di Assemini.

La SSE sarà collegata:

- all'impianto DIOMEDE da una linea MT interna all'impianto
- alla SE da una linea AT.

La linea AT avrà una lunghezza di circa 8.608 m, e il suo percorso passa sulla viabilità esistente, che è di tipo sia asfaltata che sterrata.

Le cabine inverter hanno dimensioni 12,2 x 2,5 x 2,90 m, le cabine MT hanno dimensioni di 12,75 x 2,44 x 2,90 m, e sono costituite da moduli prefabbricati per l'alloggiamento degli arredi di cabina (interruttori, quadri, inverter, trasformatori BT/MT, cavedi).

La cabina di consegna IO ha dimensioni di 15 x 2,50 x 2,90 m, la control room 6,15 x 2,40 x 2,65 m, i servizi sanitari per il personale 2 x 1,20 x 2,65 m.

Dal punto di vista elettrico, l'impianto nel suo complesso è funzionalmente diviso in blocchi da circa 7 MW<sub>p</sub> di potenza installata.

Ogni blocco, costituito da diversi moduli costituenti le stringhe, è collegato ad una cabina di campo (o cabina inverter) che ospita un inverter con la funzione di trasformare la corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata.

Le cabine inverter sono a loro volta collegate alle cabine MT, al cui interno avviene la trasformazione della corrente alternata da bassa tensione (BT) a media tensione (MT).

Le cabine MT sono a loro volta collegate tramite un cavidotto MT alla sottostazione di utenza SSE, che riceve la corrente alternata in MT prodotta dall'impianto fotovoltaico e la trasforma in alta tensione (AT) per essere poi veicolata sulla RTN.

Sempre dal punto di vista elettrico, i lotti dell'impianto sono collegati dal cavidotto MT che dalle cabine MT interne all'impianto passa all'interno dei terreni in disponibilità della DIOMEDE e marginalmente alle strade presenti.

I cavidotti delle linee BT e MT sono interni all'impianto fotovoltaico, mentre il cavidotto AT di connessione alla RTN è esterno all'impianto.

I cavidotti BT e MT interni all'impianto prevedono delle sezioni di scavo per l'alloggiamento di 70 cm di profondità per 40 cm di larghezza.

Il cavidotto AT ha una sezione di scavo di 110 cm di profondità e 70 cm di larghezza.

Le linee BT hanno una lunghezza totale di 5.210 m.

Le linee MT hanno una lunghezza totale di 3.810 m.



La linea AT ha una lunghezza totale di 8.608 m.

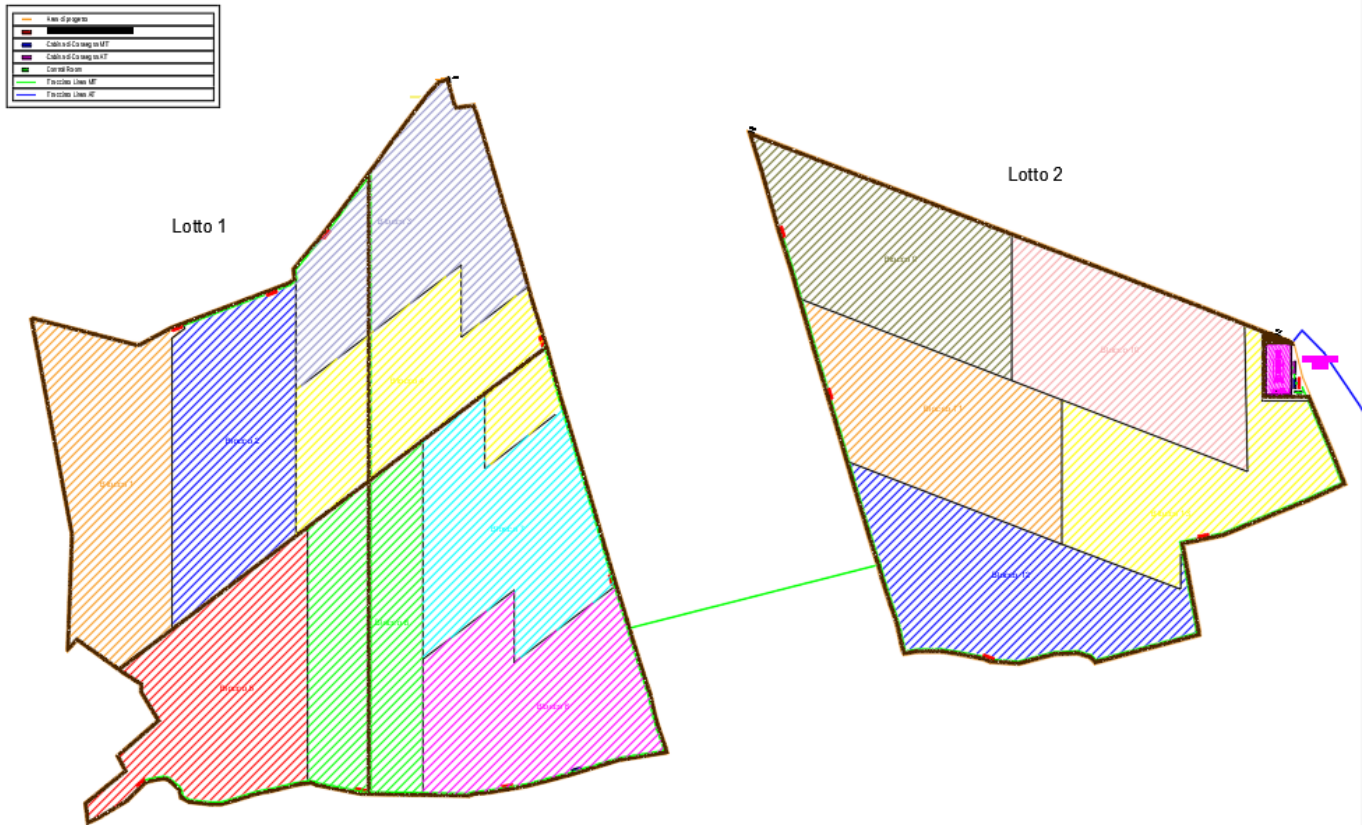


Figura 12 – schema di posa dei cavidotti e della viabilità interni all'impianto



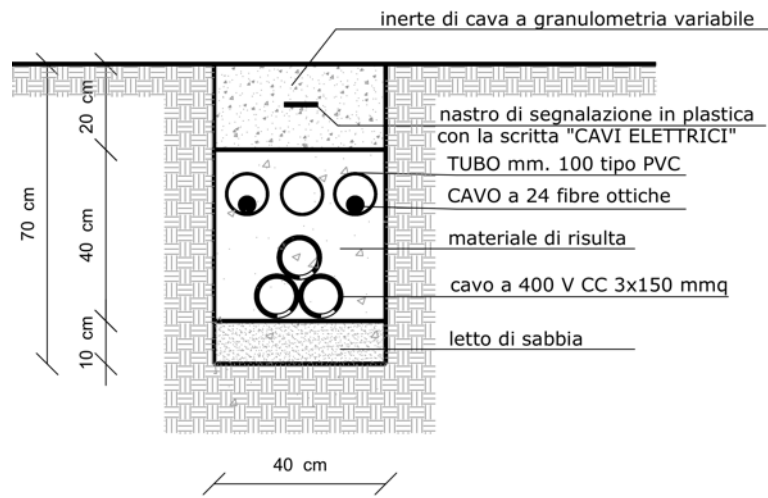


Figura 13 – sezione di scavo per alloggiamento cavi BT

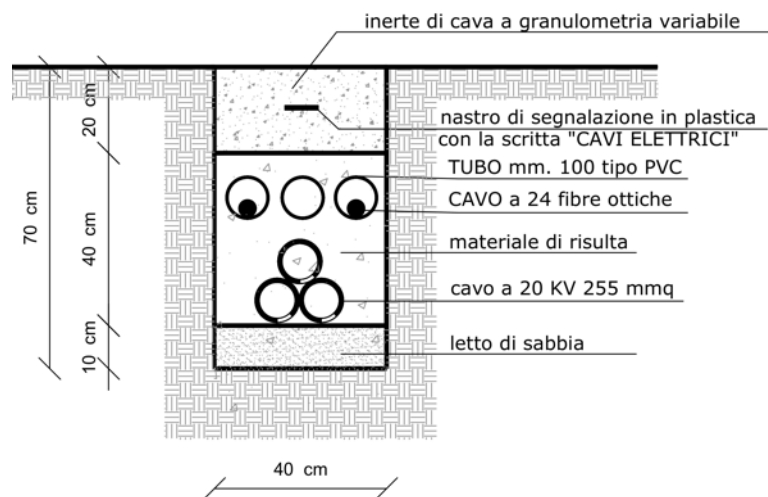


Figura 14 – sezione di scavo per alloggiamento cavi MT

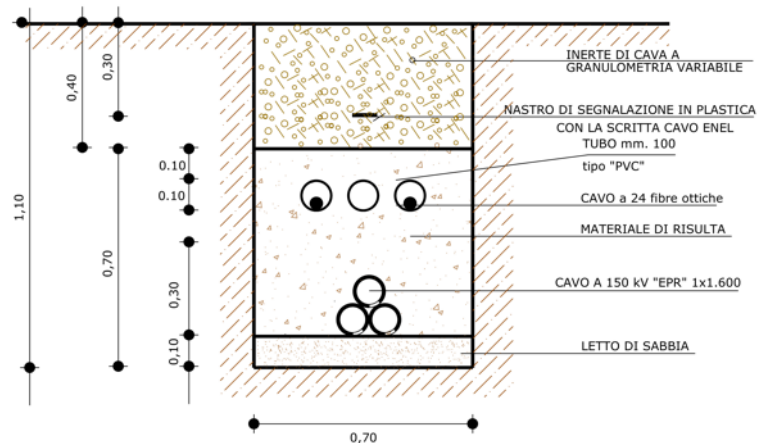


Figura 15 – sezione di scavo per alloggiamento cavi AT



L'impianto sarà dotato di viabilità interna e perimetrale, accessi carrabili per ogni lotto, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione e videosorveglianza.

Gli accessi carrabili saranno costituiti da cancelli a due ante in pannellature metalliche, larghi 6 m e montati su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta 2 m e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 2,00 m infissi direttamente nel suolo per una profondità di 60 cm.

La lunghezza totale delle recinzioni somma a circa 5.171 m.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia, l'altezza minima della recinzione dal piano campagna sarà di 20 cm lungo tutto il perimetro.

La viabilità perimetrale e interna sarà larga 3 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria).

La lunghezza totale della viabilità è di circa 6.519 m.

Il sistema di illuminazione e videosorveglianza sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. I pali avranno una altezza massima di 3,5 m, saranno dislocati ogni 40 m di recinzione e su di essi saranno montati i corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico.

#### sezione strada perimetrale ed interna - larg = 3.0 m

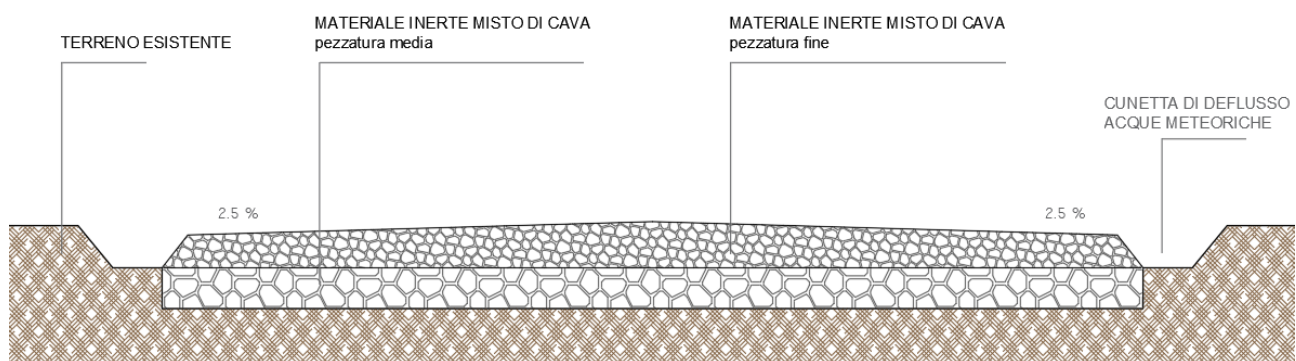


Figura 16 – sezione strade perimetrali e interne

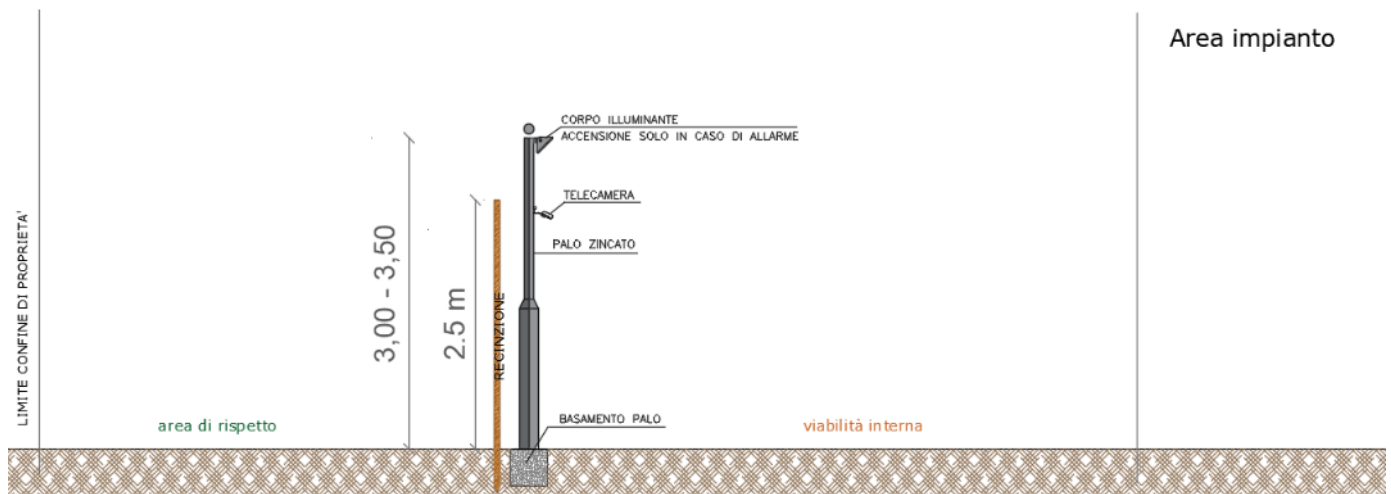


Figura 17 – particolare recinzione

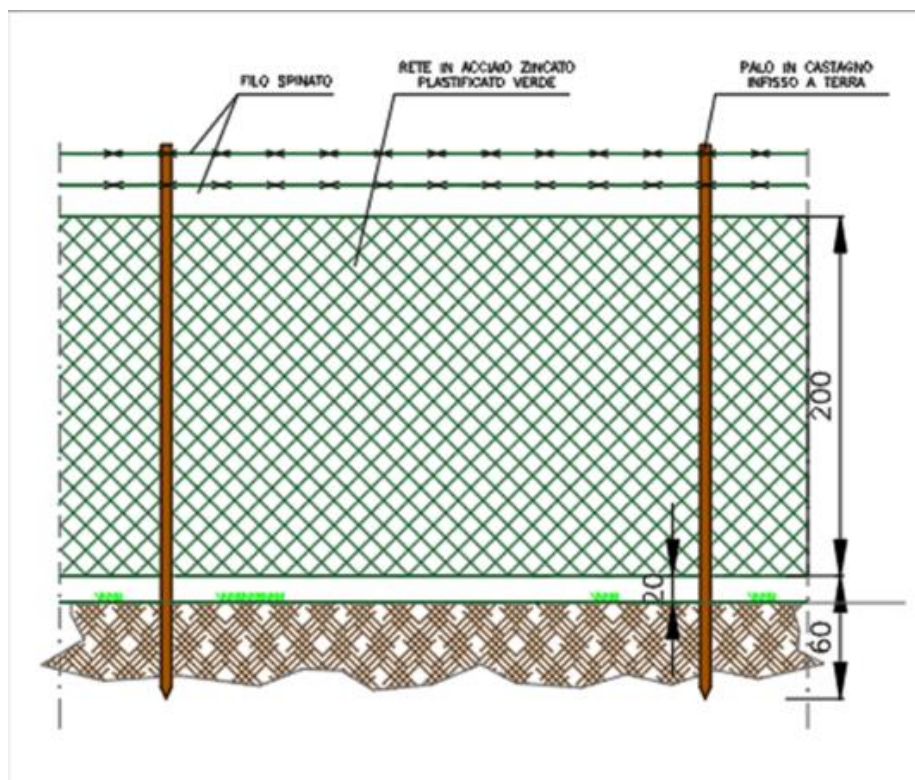


Figura 18 – sezione recinzione

Nella fase di funzionamento dell'impianto non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale.

I tracker sono del tutto indipendenti, dal punto di vista della alimentazione elettrica, e non necessitano di connessioni alla rete. Analogamente, le apparecchiature di conversione



dell'energia generata dai moduli (inverter e trasformatori), nonché i moduli stessi, non richiedono fonti di alimentazione elettrica.

Il funzionamento dell'impianto fotovoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione guasti o manutenzioni ordinarie e straordinarie.

Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico) e taglio dell'erba sottostante i pannelli.

La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto.

Le operazioni di taglio dell'erba saranno effettuate con macchinari agricoli idonei e a mano, senza alcun utilizzo di diserbanti o pesticidi.

Le operazioni di lavaggio dei pannelli, qualora ritenute necessarie, saranno invece effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli alla bisogna. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detergenti e tensioattivi.

Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

## Materiali e risorse naturali impiegate

La superficie totale dei terreni in disponibilità della DIOMEDE srl per la realizzazione del presente progetto è di 2.207.790 m<sup>2</sup>.

La porzione di territorio interessata dall'impianto (con riferimento alla recinzione perimetrale) all'interno del lotto su indicato è suddivisa in 2 lotti di estensione totale pari a 65,75 ha.

Di questa superficie, quella effettivamente occupata dalle installazioni di progetto è riconducibile alla proiezione in pianta dei moduli fotovoltaici e all'area di sedime delle cabine di campo, cabine MT e sottostazione utente.

Per quanto riguarda la proiezione in pianta dei moduli fotovoltaici, essendo questi montati su strutture ad inseguimento solare monoassiale, che quindi oscillano seguendo l'arco solare e offrono nei vari momenti della giornata una diversa proiezione al suolo dovuta alla diversa posizione dei moduli fotovoltaici, in via cautelativa si assume come posizione proiettata quella più sfavorevole, ovvero con i pannelli in posizione perfettamente orizzontale.

Con questa assunzione di base, la superficie occupata dall'impianto si attesta intorno al 18,61% della superficie contrattualizzata (superficie totale disponibile) e al 40% della superficie recintata dei lotti (superficie utilizzabile).

La viabilità di impianto nel suo complesso (perimetrale e interna, per tutti i lotti) sviluppa una lunghezza di 6.519 m e copre una superficie pari a 19.557 m<sup>2</sup>.



Per la sua realizzazione si prevede: rimozione del cotico erboso superficiale; rimozione dei primi 20 cm di terreno, compattazione del fondo scavo e riempimento con materiale di cava a diversa granulometria fino al raggiungimento delle quote originali di piano campagna.

Il volume di terreno escavato ammonta pertanto a circa 15.799 m<sup>3</sup>.

Tale materiale sarà interamente riutilizzato in loco per rimodellamenti puntuali dei percorsi, e la parte eccedente sarà utilizzata in sito per livellamenti e rimodellamenti necessari al posizionamento dei tracker.

Nel complesso, la realizzazione delle viabilità di impianto comporterà l'utilizzo di 1.076,6 m<sup>3</sup> di inerte di cava a granulometria variabile.

Lo scavo per l'alloggiamento dei cavidotti BT dell'impianto comporterà la rimozione di circa 1.459 m<sup>3</sup> di terreno.

Lo scavo per l'alloggiamento dei cavidotti MT interni all'impianto comporterà la rimozione di circa 1.067 m<sup>3</sup> di terreno.

Lo scavo per l'alloggiamento del cavidotto AT per la connessione dell'impianto alla RTN comporterà la rimozione di circa 6.628 m<sup>3</sup> di terreno.

Tutto il terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo, mediante compattamento.

La eventuale parte eccedente sarà sparsa uniformemente su tutta l'area del sito a disposizione, per uno spessore limitato a pochi centimetri, mantenendo la morfologia originale dei terreni.

Il completamento dei cavidotti nel loro complesso (BT e MT) richiederà l'utilizzo di circa 384,72 m<sup>3</sup> di sabbia (per l'allettamento del fondo scavo) e 769,44 m<sup>3</sup> di inerte di cava a granulometria variabile (per la chiusura della parte superiore dello scavo)

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 10.342 m<sup>2</sup> di rete metallica e 5.171 m di filo spinato, oltre a 2.068 pali di castagno.

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione di 16.586 pali in acciaio zincato, ognuno corredato di plinto di fondazione, corpo illuminante e telecamera, relativi cablaggi.

Le altre risorse e materiali impiegati comprendono i moduli fotovoltaici, l'acciaio per i tracker e la relativa carpenteria, le strutture prefabbricate delle cabine con i relativi cavidotti, i materiali per i plinti di fondazione dei pali di videosorveglianza e dei due cancelli (calcestruzzo, sabbia, inerti e acqua, ferri di armatura).

Tali materiali saranno forniti direttamente dalla ditta installatrice, e non sono preventivamente computabili (fatta eccezione per il numero dei moduli fotovoltaici e dei tracker).

È opportuno precisare che, delle risorse naturali impiegate, la parte riferita alla occupazione o sottrazione di suolo è in gran parte teorica: il terreno sottostante i pannelli infatti rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

In definitiva, solo la parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale ante operam.

Durante la fase di funzionamento dell'impianto è previsto l'utilizzo di limitate risorse e materiali.



Considerato che le operazioni di manutenzione e riparazione impiegheranno materiali elettrici e di carpenteria forniti direttamente dalle ditte appaltatrici, l'unica risorsa consumata durante l'esercizio dell'impianto è costituita dall'acqua usata per il lavaggio dei pannelli, in quantità variabile in relazione al tipo e all'estensione del lavaggio necessario.

## Tipologia e quantità dei rifiuti ed emissioni prodotte

### Fase di costruzione

Nella fase di costruzione dell'impianto, la cui durata è stimata in circa 8 mesi, si avranno delle emissioni in atmosfera generate dall'utilizzo delle macchine operatrici di cantiere.

Le operazioni preliminari di preparazione del sito prevedono la verifica catastale dei confini e il tracciamento della recinzione d'impianto così come autorizzata.

Successivamente, a valle di un rilievo topografico, verranno delimitate e livellate le parti di terreno che hanno dislivelli non compatibili con l'allineamento del sistema pannello/inseguitore.

Concluso il livellamento, si procederà alla installazione dei supporti dei moduli. Tale operazione viene effettuata con piccole trivelle da campo, mosse da cingoli, che consentono una agevole e efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli.

Il corretto posizionamento dei pali di supporto è attuato mediante stazioni di misura GPS, essendo la tolleranza di posizionamento dell'ordine del cm.

Successivamente vengono sistemate e fissate le barre orizzontali di supporto.

Montate le strutture di sostegno, si procederà allo scavo del tracciato dei cavidotti e alla realizzazione delle platee per le cabine di campo.

Le fasi finali prevedono, a meno di dettagli da definire in fase di progettazione esecutiva, il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, legato alla soluzione tecnologica scelta, le installazioni successive al livellamento del terreno procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo.

Data l'estensione del terreno e le modalità di installazione descritte, si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito di materiali e il posizionamento delle baracche di cantiere.

Tali aree saranno delimitate da recinzione temporanea, in rete metallica, idoneamente segnalate e regolamentate, e saranno gestite e operate sotto la supervisione della direzione lavori.

L'accesso al sito avverrà utilizzando l'esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti o allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere.



A installazione ultimata, il terreno verrà ripristinato, ove necessario, allo stato naturale ante operam.

Per le lavorazioni descritte è previsto un ampio ricorso a manodopera e ditte locali.

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

Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Opere preliminari:

- rilievo e quote
- realizzazione recinzioni perimetrali
- predisposizione Fornitura Acqua e Energia
- direzione Approntamento Cantiere
- delimitazione area di cantiere e segnaletica

Opere civili:

- opere di apprestamento Terreno
- realizzazione Viabilità Interna
- scavo delle trincee dei cavidotti
- realizzazione Cemento per basamenti cabine
- realizzazione Basamenti e posa Prefabbricati
- realizzazione alloggiamento gruppo di conversione cabina
- realizzazione area di sedime sottostazione utente

Opere elettromeccaniche:

- montaggio strutture metalliche
- montaggio moduli fotovoltaici
- posa cavidotti MT e Pozzetti
- posa cavi MT / Terminazioni Cavi
- posa cavi BT in CC / AC
- cablaggio stringhe
- installazione Inverter
- collegamenti QCC-INV-QCA-DC-Inverter
- installazione Trasformatori MT/BT
- installazione Quadri di Media
- lavori di Collegamento
- collegamento alternata
- collegamento sottostazione utente



Montaggio sistema di monitoraggio;

Montaggio sistema di videosorveglianza;

Collaudi/commissioning:

- collaudo cablaggi
- collaudo quadri
- collaudo inverter
- collaudo sistema montaggio
- collaudo sottostazione utente

Fine Lavori;

Collaudo finale;

Connessione in rete;

Dichiarazione di entrata in esercizio al GSE.

Le sorgenti di emissione in atmosfera attive nella fase di cantiere possono essere distinte in base alla natura del possibile contaminante in: sostanze chimiche inquinanti e polveri.

Le sorgenti di queste emissioni sono:

- gli automezzi pesanti da trasporto,
- i macchinari operatori da cantiere,
- i cumuli di materiale di scavo,
- i cumuli di materiale da costruzione.

Le polveri saranno prodotte dalle operazioni di:

- scavo e riporto per il livellamento dell'area cabine;
- scavo e riporto per il livellamento delle trincee cavidotti;
- battitura piste viabilità interna al campo;
- movimentazione dei mezzi utilizzati nel cantiere.

Per quanto riguarda invece le sostanze chimiche emesse in atmosfera, queste sono generate dai motori a combustione interna utilizzati: mezzi di trasporto, compressori, generatori.

Per le operazioni di cantiere, le emissioni veicolari possono essere stimate utilizzando la banca dati CORINAIR elaborata dall'Unione Europea.

Per i macchinari da cantiere ci si può riferire alla categoria 0808xx "Other mobile sources & machinery – industry". Per gli automezzi pesanti da trasporto, ci si può riferire alla categoria 070302 "Diesel heavy duty vehicles".





Per tutte le categorie di veicoli, i principali composti climalteranti emessi dal tubo di scarico durante il loro funzionamento e pertanto soggetti a regolamentazione sono essenzialmente:

- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- composti organici volatili non metanici (NM-VOC);
- monossido di carbonio (CO);
- particolato (PM).

Questi fattori di emissione sono espressi in g/kg di combustibile e riassunti nella tabella seguente:

g/kg combustibile	NO <sub>x</sub>	NM-VOC	CO	PM
Macchinari da cantiere	48,8	7,08	15,8	5,73
Automezzi pesanti da trasporto	42,3	8,16	36,4	2,04

Una valutazione quantitativa degli impatti dovuti alle emissioni, di cui sopra si è descritta la tipologia, derivanti dalle attività di cantiere, si presenta assai difficoltosa in termini strettamente numerici.

Infatti, solo per le operazioni prettamente attinenti all'area di cantiere è possibile effettuare una circoscrizione temporale e spaziale definita, mentre le altre operazioni presentano una dispersione spaziale delle sorgenti e intermittenza delle emissioni.

Possono in ogni caso essere avanzate alcune considerazioni di merito che di seguito si esplicitano.

In merito all'innalzamento di polveri l'impatto che può aversi è di modesta entità, temporaneo, pressoché circoscritto all'area di cantiere e riguarda essenzialmente la deposizione sugli apparati fogliari della vegetazione circostante.

L'entità e il raggio dell'eventuale trasporto ad opera del vento e della successiva deposizione del particolato e delle polveri più sottili dipenderà dalle condizioni meteo-climatiche (in particolare direzione e velocità del vento al suolo) presenti nell'area nel momento dell'esecuzione di lavori.

Data la granulometria media dei terreni di scavo, si stima che non più del 10% del materiale particolato sollevato dai lavori possa depositarsi nell'area esterna al cantiere. L'impatto considerato è in ogni caso del tutto reversibile.

Le emissioni sono solo in parte concentrate nell'area di cantiere.

Le emissioni dovute agli automezzi da trasporto sono in massima parte diffuse su un'area più vasta, dovuta al raggio di azione dei veicoli, con conseguente diluizione degli inquinanti e minor incidenza sulla qualità dell'aria locale.

Inoltre, gli impatti derivanti dall'immissione di tali sostanze sono facilmente assorbibili dall'atmosfera locale, sia per la loro temporaneità, sia per il grande spazio a disposizione per una costante dispersione e diluizione da parte del vento.



Si osserva infine che le emissioni sono circoscritte in un'area a densità abitativa pressoché nulla. per cui i modesti quantitativi di inquinanti atmosferici immessi interesseranno di fatto i soli addetti alle attività del cantiere e le componenti ambientali del sito.

Una considerazione analoga vale anche per gli eventuali effetti generati dall'inquinamento atmosferico sulle componenti biotiche.

La fase di costruzione dell'impianto comporterà anche delle emissioni di tipo acustico (rumore).

L'area di progetto ricade in un contesto di aperta campagna destinato per lo più ad attività agricole di tipo estensivo e in parte intensivo.

In prossimità del margine nord dell'impianto corre la S.P. n.2 "Pedemontana".

In adiacenza al margine centrale nord dell'impianto, nonché a circa 100 m in direzione sud-est, insistono due aree interessate da attività estrattive.

Il clima acustico è quindi quello tipico di contesti rurali, con una preponderante componente di fondo naturale nelle giornate ventose e di brezza, e l'apporto giornaliero periodico del traffico veicolare.

Di seguito si riportano gli aspetti più significativi per quello che concerne la valutazione acustica ante operam:

- l'area in oggetto, come brevemente accennato, è caratterizzata al contorno dalla sola presenza di aree agricole-zootecniche e attività estrattive;
- durante i sopralluoghi si è potuto evidenziare come le uniche sorgenti di rumore siano relative alle attività presenti al contorno. Le attività osservate sono state le seguenti:
  - transito di macchine agricole lungo la viabilità locale (trattori agricoli e rimorchi);
  - circolazione di macchine agricole in lavorazione nei campi;
  - macchinari e operazioni nei siti di cava;
  - circolazione di veicoli privati lungo le strade provinciali, comunali e vicinali.
- nelle immediate vicinanze dell'area in progetto sono presenti attività produttive che si possono configurare come sorgenti di rumore;
- l'attività di produzione elettrica mediante pannelli fotovoltaici non prevede alcuna emissione acustica, pertanto in fase di esercizio, venendo a mancare sui medesimi terreni l'ordinaria attività agricola, si potrà ipotizzare una diminuzione dei livelli acustici medi di zona;
- le uniche attività rumorose saranno quelle legate alla fase di cantierizzazione.

Le valutazioni della rumorosità prodotta dal cantiere oggetto di studio sono state effettuate attraverso l'impiego dei dati forniti dallo studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia.

Lo studio si basa su una serie di rilievi fonometrici che hanno consentito di classificare dal punto di vista acustico 358 macchinari rappresentativi delle attrezzature utilizzate per la realizzazione delle principali attività cantieristiche.



Oltre alle caratteristiche dei singoli macchinari lo studio fornisce informazioni molto utili in merito alle usuali percentuali di impiego relative alle differenti lavorazioni.

Nel presente studio, per ogni lavorazione individuata secondo criteri generali, vengono indicati i macchinari prevalentemente utilizzati e le rispettive potenze sonore.

I macchinari che saranno impiegati nelle varie fasi di cantiere, sono riassunti nella Tabella seguente, dove vengono specificate le prestazioni rumorose, gli spettri di frequenze e le potenze.

Questi verranno considerati come sorgenti puntiformi e il funzionamento di tali macchinari è limitato alle sole ore diurne (16h).

Macchina	Lw	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	Marca	Modello
	Db(A)	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB		
<b>Fase 1: Rimozione vegetazione</b>													
Autogru(2,5t)	86,8	96	98,9	99,1	86,2	89,6	94,1	94,0	89,1	80,0	73,0	IVECO	Z 109-14
Motosega	92,5	81,1	86	92,8	90,3	93,2	96,5	94,3	99,2	94,6	90,1	Komatsu	G 310 TS
Bobcat	85,5	105,6	111,5	103,8	103,6	102,1	98,0	93,8	88,9	82,6	76,2	Melroe	Bobcat751
<b>Fase 2: Posa recinzione</b>													
Autogru(2,5t)	86,8	96	98,9	99,1	86,2	89,6	94,1	94,0	89,1	80,0	73,0	IVECO	Z 109-14
Bobcat	85,5	105,6	111,5	103,8	103,6	102,1	98,0	93,8	88,9	82,6	76,2	Melroe	Bobcat751
Avvitatore/Trapano	97,6	62,6	74,0	72,9	75,0	82,0	91,2	92,8	88,5	89,6	90,6	Bosch	GBH 2-20 SRE
<b>Fase 3: Realizzazione cabine</b>													
Bobcat	85,5	105,6	111,5	103,8	103,6	102,1	98,0	93,8	88,9	82,6	76,2	Melroe	Bobcat751
Betoniera	76,0	85,7	91,6	96,9	91,6	96,1	94,4	90,0	82,1	80,8	74,4	ICARDI	N.C.
Avvitatore/Trapano	97,6	62,6	74,0	72,9	75,0	82,0	91,2	92,8	88,5	89,6	90,6	Bosch	GBH 2-20 SRE
Saldatore (cannello ossiacetilenico)	82,2	70,3	80,4	77,1	71,2	74,6	75,5	76,8	80,0	81,6	84,5	N.C.	N.C.
<b>Fase 4: Tracciamenti</b>													
Bobcat	85,5	105,6	111,5	103,8	103,6	102,1	98,0	93,8	88,9	82,6	76,2	Melroe	Bobcat751
<b>Fase 5: Posa basamenti in acciaio</b>													



Macchina battipalo	88,0	89,8	94,7	94,8	93,0	98,1	99,0	106,2	104,7	102,8	100,5	Delmag	D-62
Fase 6: Montaggio pannelli e cablaggio													
Avvitatore/Trapano	97,6	62,6	74,0	72,9	75,0	82,0	91,2	92,8	88,5	89,6	90,6	Bosch	GBH 2-20 SRE
Saldatore (cannello ossiacetilenico)	82,2	70,3	80,4	77,1	71,2	74,6	75,5	76,8	80,0	81,6	84,5	N.C.	N.C.

Noti i livelli di potenza acustica, associabili ad ogni fase di lavorazione attraverso l'utilizzo delle leggi di propagazione sonora in campo aperto, sono stati calcolati i livelli di pressione presso i ricettori.

L'approccio seguito è quello del "worst case" (caso più sfavorevole), ovvero il momento in cui tutte le attrezzature appartenenti alla stessa fase di lavorazioni vengono utilizzate contemporaneamente.

Quando sono presenti più macchine che lavorano contemporaneamente, occorre aggiungere al livello equivalente della singola macchina, riportato sopra, le quantità della tabella seguente in modo da ottenere il livello equivalente (Leq) totale:

N° macchine simili	Quantità da aggiungere al Leq della singola macchina in dB(A)
2	3
3	4,77
4	6
5	6,99
6	7,78

Quindi, partendo dal livello di potenza acustica di ciascuna tipologia di sorgente ed applicando la legge di propagazione del rumore in campo libero, sono stati stimati i livelli di pressione sonora a distanze variabili con passo di 10 metri.

In campo libero, per una sorgente puntiforme irradiante energia in modo uniforme in tutte le direzioni, la relazione che lega il livello di pressione sonora riscontrabile ad una certa distanza "d" dalla sorgente al livello di potenza sonora della sorgente è:

$$L_p = L_w + DI_{\square\square} - 20\text{Log}(d) - A - 11$$

dove :

d = distanza dalla sorgente in metri;



A = fattore correttivo di attenuazione che tiene conto di tutte le condizioni ambientali e meteorologiche;

DI  $\theta = 10\log(Q)$  = indice di direttività della sorgente.

Nel caso di sorgente omnidirezionale  $Q = 1$ , mentre si ha  $Q = 2$  se la sorgente è posta su un piano perfettamente riflettente,  $Q = 4$  se è posta all'intersezione di due piani e  $Q = 8$  se è posta all'intersezione di tre piani.

Per valutare il rumore presente a livello di ricettori sensibili, noto il livello di pressione sonora (misurato) in un dato punto, si utilizza il modello di propagazione delle onde sonore in campo libero, basato sulla seguente equazione:

$$Lp_1 - Lp_2 = 20\log_{10}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$$

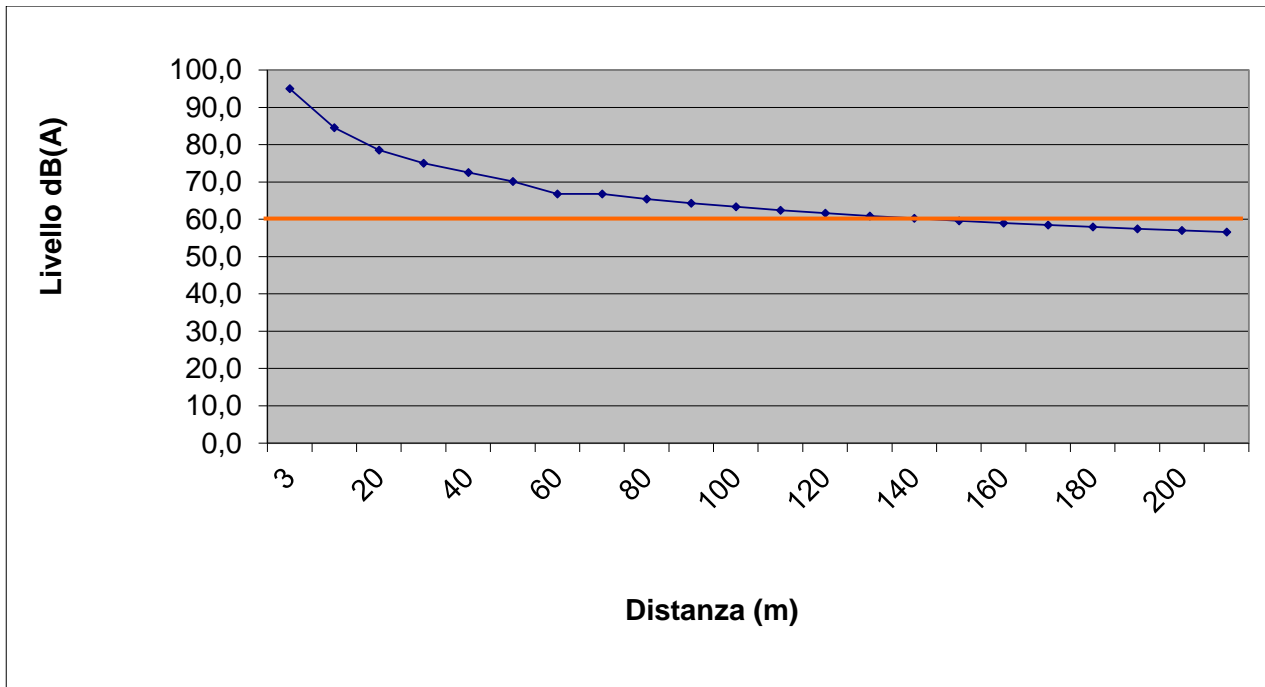
dove:

$r_1, r_2$  = distanza dei punti di misura della sorgente di rumore;

$Lp_1, Lp_2$  = livelli di pressione sonora nei punti considerati.

L'espressione mostra che, ogni qualvolta si raddoppia la distanza ( $r_2=2r_1$ ), il livello di pressione sonora diminuisce di 6 dB(A) e ogni qualvolta si aumenta la distanza di 10 volte ( $r_2=10r_1$ ), il livello di pressione sonora diminuisce di 20 dB(A).

Nel grafico di seguito riportato si è ipotizzata una presenza contemporanea di 6 macchine con un rumore medio di 87 dB(A), trascurando l'attenuazione dovuta all'atmosfera, nonché ad eventuali ostacoli e all'effetto del vento e considerando l'attenuazione dovuta al terreno ed alla direttività della fonte:



Il grafico della precedente figura mostra come i livelli di rumore in fase di cantiere non superano i 60 dB(A) per distanze superiori a 150 m.

Tale distanza, come assunzione conservativa, è possibile riferirla al confine del cantiere. A tale distanza quindi, il cantiere presenterà valori di emissione inferiori a quelli consentiti dai limiti di zona assunti per le aree di classe III.

Va comunque sottolineato che le attività rumorose temporanee (come appunto quelle del cantiere) possono essere permesse in deroga ai limiti di classe acustica, con le prescrizioni che seguono.

- In caso di attivazione di cantieri, le macchine e gli impianti in uso sia fissi che mobili dovranno essere conformi alle rispettive norme di omologazione e certificazione e dovranno essere collocate in postazioni che possano limitare al meglio la rumorosità verso soggetti disturbabili. Per le altre attrezzature non considerate nella normativa nazionale vigente, quali gli attrezzi manuali, dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti e i comportamenti per rendere meno rumoroso il loro uso. Gli avvisatori acustici potranno essere utilizzati solo se non sostituibili con altri di tipo luminoso e nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche.
- L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi in cantieri edili al di sopra dei limiti di zona è consentito nei giorni feriali dalle ore 8 alle ore 19 e il sabato dalle ore 8 alle ore 13. L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi in cantieri stradali al di sopra dei limiti di zona è consentito nei giorni feriali, dalle ore 7 alle ore 20.
- Il limite massimo di emissione da non superare per le attività previste è di 70 dB Leq(A). Non si considerano i limiti differenziali. Tale limite si intende fissato sulla facciata degli edifici, in corrispondenza dei recettori più disturbati o più vicini.



Procedendo all'attribuzione preliminare dei singoli codici CER, che sarà resa definitiva solo in fase di lavori iniziati, si possono descrivere i rifiuti prodotti dalla cantierizzazione come appartenenti alle seguenti categorie (in rosso evidenziati i rifiuti speciali pericolosi):

Codice CER	Descrizione del rifiuto
CER 150101	imballaggi di carta e cartone
CER 150102	imballaggi in plastica
CER 150103	imballaggi in legno
CER 150104	imballaggi metallici
CER 150105	imballaggi in materiali compositi
CER 150106	imballaggi in materiali misti
<b>CER 150110*</b>	imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze
CER 150203	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202
<b>CER 160210*</b>	apparecchiature fuori uso contenenti PCB o da essi contaminate, diverse da quelle di cui alla voce 160209
CER 160304	rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303
CER 160306	rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305
CER 160604	batterie alcaline (tranne 160603)
<b>CER 160601*</b>	batterie al piombo
CER 160605	altre batterie e accumulatori
CER 160799	rifiuti non specificati altrimenti (acque di lavaggio piazzale)
CER 161002	soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 161001
CER 161104	altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 161103
CER 161106	rivestimenti e materiali refrattari provenienti da lavorazioni non metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 161105
CER 170107	miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106
CER 170202	vetro
CER 170203	plastica
CER 170302	miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301
CER 170407	metalli misti
CER 170411	cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410
CER 170504	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503
CER 170604	materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603
<b>CER 170903*</b>	altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose

Per quanto riguarda il particolare codice CER 170504, riconducibile alle terre e rocce provenienti dagli scavi, si prevede di riutilizzarne la totalità per i rinterri, livellamenti, riempimenti, rimodellazioni e rilevati previsti funzionali alla corretta installazione dell'impianto in tutte le sue componenti strutturali (moduli fotovoltaici e relativi supporti, cabine elettriche, cavidotti, recinzioni ecc...).

Coerentemente con quanto disposto D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., il riutilizzo in loco di tale quantitativo di terre (per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati) viene effettuato nel rispetto generale di alcune condizioni:

- L'impiego diretto delle terre escavate deve essere preventivamente definito;
- La certezza dell'integrale utilizzo delle terre escavate deve sussistere sin dalla fase di produzione;
- Non deve sussistere la necessità di trattamento preventivo o di trasformazione preliminare delle terre escavate ai fini del soddisfacimento dei requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego ad impatti



qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono desinate ad essere utilizzate;

- Deve essere garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- Le terre non devono provenire da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica;
- Le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna degli habitat e delle aree naturali protette.

Inoltre, il riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo sarà effettuato seguendo i disposti del DPR 13 giugno 2017, n. 120 “Disciplina semplificata di gestione delle terre e rocce da scavo”, che definisce il cantiere in esame come “cantiere di grandi dimensioni” poiché l’opera è soggetta a VIA e il volume delle terre e rocce da scavo è superiore ai 6.000 m<sup>3</sup> (art. 2).

Tale Decreto disciplina, tra l’altro, l’utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina sui rifiuti (art. 1), e stabilisce i criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti e non come rifiuti (art. 4):

- devono essere generate durante la realizzazione di un’opera;
- devono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rilevati, rimodellazioni nel corso dell’opera stessa, in conformità ad un Piano di Utilizzo;
- devono essere idonee ad essere utilizzate direttamente;
- devono avere i requisiti di qualità ambientale previsti dall’Allegato 4 al Decreto.

Per il presente progetto, si ricade nella disciplina del Titolo IV del Decreto, “Esclusione dalla disciplina sui rifiuti”, e in particolare dell’art. 24 che specifica che, per poter essere escluse dalla disciplina sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti dell’art. 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell’Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un Piano Preliminare di utilizzo in sito.

Tutti gli altri rifiuti prodotti dal cantiere saranno avviati a smaltimento o recupero, a seconda dei casi, in impianti terzi autorizzati.

Per quanto riguarda la posa del cavidotto AT di collegamento dell’impianto fotovoltaico alla RTN, il tracciato è stato studiato comparando le esigenze di pubblica utilità dell’opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell’opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;





- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- realizzazione interamente in cavo interrato, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte, da definirsi in fase di progettazione esecutiva. <sup>[LTT]</sup><sub>[SEP;SEP]</sub>

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea. <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole indicativamente circa ogni 1000 metri.

Tali piazzole sono, ove possibile, realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine di cavo e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata fascia di lavoro.

Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine.



La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno.

Al fine di garantire la stabilità del pacchetto, il materiale posato all'interno dello scavo verrà rullato e compattato a strati non superiori a 25-30 cm, prima di procedere alla posa dello strato successivo. [L] [SEP]

Un nastro segnalatore od una rete, posti alle profondità indicate nelle sezioni, segnalerà la presenza del cavidotto. [L] [SEP]

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino.

La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera, ivi compreso il manto stradale.

La posa cavi AT prevede le seguenti attività:

[L] [SEP]

- Fresatura asfalto e trasporto a scarica per i tratti realizzati su strada asfaltata/banchina. Attività eseguita tramite fresatrice a nastro e camion;
- Scavo a sezione obbligata e stoccaggio temporaneo del materiale scavato. Attività eseguita con escavatore;
- Posa della corda di rame nuda. Attività eseguita manualmente con il supporto di stendicavi;
- Posa di sabbia per la preparazione del letto di posa dei cavi. Attività eseguita con pala meccanica/bob cat;
- Posa cavi AT. Attività eseguita manualmente con il supporto di stendi cavi;
- Posa di sabbia. Attività eseguita con pala meccanica/bob cat;
- Posa F.O. armata o corrugati. Attività eseguita manualmente con il supporto di stendicavi;
- Posa di terreno vagliato. Attività eseguita con pala meccanica/bob cat;
- Installazione di nastro di segnalazione e dove necessario di protezioni meccaniche (tegole o lastre protettive). Attività eseguita manualmente;
- Posa eventuali pozzetti di ispezione. Attività eseguita tramite utilizzo di camion con gru;
- Rinterro con il materiale precedentemente scavato. Attività eseguita con pala meccanica/bob cat;
- Realizzazione di nuova fondazione stradale per i tratti su strada. Attività eseguita tramite utilizzo di camion con gru;
- Posa di nuovo asfalto per i tratti su strade asfaltate e/o rifacimento banchine per i tratti su banchina. Attività eseguita tramite utilizzo di camion e asfaltatrice.



Tenendo conto che il tracciato si sviluppa interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi e istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione.

In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i Comuni e gli Enti interessati.

Per i tratti su strade strette, tali da non consentire l'istituzione del senso unico alternato, ovvero laddove sia manifesta l'impossibilità di interruzione del traffico si potrà procedere con lo scavo di trincee più brevi (30÷50 m) all'interno delle quali sarà posato il tubo di alloggiamento dei cavi, da ricoprire e ripristinare in tempi brevi, effettuando la posa del cavo tramite sonda nell'alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti tratti di scavo in corrispondenza di eventuali giunti.

Secondo il cronoprogramma di progetto, le lavorazioni per la posa del cavidotto MT di collegamento alla RTN avranno una durata di circa 3 mesi.

Le sorgenti di emissione in atmosfera attive nella fase di cantiere possono essere distinte in base alla natura del possibile contaminante in: sostanze chimiche inquinanti e polveri.

Le sorgenti di queste emissioni sono:

- gli automezzi pesanti da trasporto,
- i macchinari operatori,
- i cumuli di materiale di scavo e da costruzione,
- la movimentazione dei suddetti materiali.

Le polveri saranno prodotte dalle operazioni di:

- scavo e riporto per la realizzazione della trincea a sezione obbligata per il cavidotto;
- movimentazione dei mezzi e dei materiali utilizzati.

Per quanto riguarda invece le sostanze chimiche emesse in atmosfera, queste sono generate dai motori a combustione interna utilizzati: mezzi di trasporto e macchine operatrici.

Per le operazioni di cantiere, le emissioni veicolari possono essere stimate utilizzando la banca dati CORINAIR elaborata dall'Unione Europea.

Per i macchinari da cantiere ci si può riferire alla categoria 0808xx "Other mobile sources & machinery – industry". Per gli automezzi pesanti da trasporto, ci si può riferire alla categoria 070302 "Diesel heavy duty vehicles".



In merito all'innalzamento di polveri l'impatto che può aversi è di modesta entità, oltreché temporaneo, e riguarda essenzialmente la deposizione sugli apparati fogliari della vegetazione presente a bordo strada.

L'entità e il raggio dell'eventuale trasporto ad opera del vento e della successiva deposizione del particolato e delle polveri più sottili dipenderà dalle condizioni meteo-climatiche (in particolare direzione e velocità del vento al suolo) presenti nell'area nel momento dell'esecuzione di lavori.

Data la granulometria media dei terreni di scavo, e la ridotta larghezza dello stesso, si stima che il materiale particolato sollevato dai lavori possa depositarsi in maniera circoscritta nelle aree esterne al cantiere.

L'impatto considerato è in ogni caso del tutto reversibile.

Il consumo di gasolio previsto per le varie attività di cantiere è stimato, in via del tutto cautelativa, nel 20% del consumo totale previsto per la realizzazione dell'intero progetto:

La quantità di polveri emesse a causa delle operazioni di carico e scarico degli inerti viene calcolata utilizzando la metodologia AP42 della US-EPA (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling and storage Piles).

Il fattore di emissione F espresso in kg di polveri per t di inerti movimentati è il seguente:

$$F = 0.0016 k \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove k è un parametro adimensionale il cui valore dipende dalla granulometria delle polveri in esame, U è la velocità del vento (m/s) e M è l'umidità del materiale movimentato (%).

La formula è applicabile per velocità U comprese nell'intervallo 0,6 – 6.7 m/s e per umidità M comprese tra 0.25% e 4.80%.

Essa è inoltre valida per silt content (cioè il contenuto di particelle di diametro non superiore a 75 m) compreso tra 0.44% e 19%, che è caratteristico di molte aree di lavoro.

Granulometria	K (lb/miglio)
PM30	0.74
PM15	0.48
PM10	0.35
PM5	0.20
PM2.5	0.053

Valore di k per la determinazione del fattore di emissione delle polveri per le diverse granulometrie.



Gli impatti sulla componente atmosfera risultano ben tollerabili dall'ambiente circostante, in considerazione della loro entità e della loro limitata estensione spaziale e temporale (si tratta di un impatto temporaneo, che cessa al cessare delle attività di cantiere del cavidotto), e di sicuro ben inferiori se paragonati a quelli apportati dal traffico veicolare che scorre sulla SP 23 e sulla viabilità urbana e locale.

La fase di posa del cavidotto AT di collegamento alla RTN comporterà anche delle emissioni di tipo acustico (rumore).

L'area di sedime del cavidotto, che coincide con la viabilità esistente (SP n. 2 per circa il primo 75% del percorso, viabilità comunale e vicinale per la restante parte), ricade per lo più in un contesto di aperta campagna.

Il clima acustico è quindi quello tipico di contesti rurali, con una preponderante componente di fondo naturale nelle giornate ventose e di brezza, e l'apporto giornaliero periodico del traffico di scorrimento della viabilità locale e dei mezzi agricoli.

Durante le fasi di cantiere e di dismissione non si provocano interferenze significative sul clima acustico presente nell'area di posa del cavidotto.

Infatti il rumore prodotto, legato alla circolazione dei mezzi ed all'impiego di macchinari, è sostanzialmente equiparabile a quello di un normale cantiere edile o delle lavorazioni agricole, che per entità e durata si può ritenere trascurabile.

Si sottolinea, inoltre, che il disturbo da rumore in fase di cantiere e di dismissione è temporaneo e reversibile poiché si verifica in un periodo di tempo limitato, oltre a non essere presente durante il periodo notturno, durante il quale gli effetti di propagazione acustica sono molto più accentuati.

Per quanto concerne la realizzazione del cavidotto di collegamento alla RTN, lo scavo, la posa dei cavi elettrici e la ricopertura avvengono in rapida successione con una velocità media di avanzamento stimabile in circa 100 metri al giorno.

Si tratta pertanto di un vero e proprio cantiere stradale, il cui tracciato segue quello delle strade presenti, limitando l'interferenza nei lotti agricoli il più possibile.

Si prevede che il tracciato dell'intero cavidotto di circa 8,2 Km sarà eseguito in circa tre mesi.

Le principali macchine operatrici previste e utilizzate alternativamente sono le seguenti:

lavorazione	macchine	livello di pressione sonora a 1 m di distanza [dB(A)]
realizzazione scavo	fresatrice a nastro	95.0
	mini escavatore	85.0
movimentazione materiali di riempimento	pala meccanica	92.5
	bob-cat	89.0
posa cavi	stendicavi	78.0



riempimento scavo	pala meccanica	92.5
	bob-cat	89.0
compattazione scavo	rullo compressore	95.9
ripristino manto stradale	camion	82.0
	asfaltatrice	93.5

In un raggio di 50 m dal cantiere stradale il livello prevedibile, per confronto con esperienze di cantiere simili, sarà compreso nel range 51 – 65 dB(A).

Le attività di posa del cavidotto di collegamento alla RTN interesseranno esclusivamente le sedi stradali esistenti, ovvero ambienti artificiali e con significativa presenza antropica, senza intaccare ambienti naturali, habitat e biocenosi.

Le aree a margine della sede stradale non saranno interessate dalle lavorazioni né dalle installazioni.

Le perturbazioni indotte dalle lavorazioni saranno inoltre temporanee e circoscritte, pertanto non è prevedibile alcun impatto sulle componenti.

Sviluppandosi interamente su sede stradale, la posa del cavidotto non comporta alcun consumo di suolo né una sua alterazione.

La realizzazione completamente interrata, e su sede stradale, non comporterà alcuna modificazione e non avrà alcun impatto sulla componente paesaggio.

Il cavidotto è stato progettato per rispettare l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

Si rimanda all'elaborato di progetto "Relazione Campi Elettromagnetici" per i dettagli tecnici.

I rifiuti prodotti nella fase di cantiere del cavidotto saranno stoccati separatamente per codice CER, in contenitori chiusi idonei al contenimento in sicurezza relativamente alle caratteristiche fisico-chimiche e merceologiche del singolo CER.

Le modalità di stoccaggio saranno conformi ai dettami delle specifiche leggi di settore, prevedendo zone separate di stoccaggio per i rifiuti destinati a recupero e rifiuti destinati allo smaltimento e adottando opportuni accorgimenti per impedire la contaminazione (anche accidentale) del suolo.

Tutti i rifiuti generati saranno conferiti a ditte terze autorizzate al relativo recupero e/o smaltimento.

Per il particolare codice CER 170302, relativo al fresato di asfalto, si prevede di riutilizzarlo in situ (recupero totale) per il ripristino del manto stradale a fine lavorazioni, specificando quanto di seguito.

La gestione ai fini del riutilizzo del fresato d'asfalto è normata dal DM 28 marzo 2018 n.69 "Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ex art. 184 -ter, c. 2 del D. Lgs. n. 152/2006"

Secondo la norma tecnica di riferimento UNI EN 13108-8, il fresato d'asfalto è definito come "conglomerato bituminoso recuperato mediante fresatura che può essere utilizzato come materiale costituente per miscele bituminose prodotte in impianto a caldo".



Esso è quindi ottenuto da operazioni di scarifica delle pavimentazioni stradali tramite l'uso di macchinari (scarificatrici, note anche come frese) ed è dotato di elevate caratteristiche tecniche che ne consentirebbero il riutilizzo anche nell'ambito delle medesime opere stradali da cui viene rimosso.

Nel caso in cui l'impresa che produce fresato d'asfalto da scarificazione del manto stradale intenda per vari motivi gestire tale materiale come rifiuto, è necessario prestare attenzione ad alcuni aspetti di seguito descritti.

Per CLASSIFICAZIONE di un rifiuto si intende la classificazione dei rifiuti, secondo l'origine, in rifiuti urbani e rifiuti speciali e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi.

Lo strumento che viene utilizzato per CLASSIFICARE un rifiuto è l'Elenco Europeo dei Rifiuti (EER) che porta all'individuazione del corretto codice europeo dei rifiuti (CER) e conseguentemente la sua qualificazione come rifiuto pericoloso o non pericoloso dovrà avvenire seguendo in accordo all'allegato D alla parte quarta del D. Lgs. 152/06.

Per CARATTERIZZAZIONE di un rifiuto si intende la determinazione delle caratteristiche del rifiuto attraverso la raccolta di tutte le informazioni necessarie per lo smaltimento finale in condizioni di sicurezza.

L'analisi di caratterizzazione del rifiuto, è uno strumento a tutela del produttore e consiste in un'analisi che determina le caratteristiche del rifiuto attraverso la raccolta di tutte le informazioni necessarie per lo smaltimento finale in condizioni di sicurezza. Le informazioni sono sia di tipo merceologico (il processo da cui trae origine, le materie prime utilizzate o le sostanze con cui può essere entrato in contatto e le relative schede di sicurezza) sia di tipo analitico e consentono di stabilire il codice CER del rifiuto anche nel caso di rifiuti contraddistinti da voce a specchio per i quali il rifiuto può essere considerato pericoloso o non pericoloso proprio in base ai valori di concentrazione delle sostanze pericolose eventualmente contenute in esso.

Ciò premesso, il rifiuto costituito da fresato d'asfalto è classificato come rifiuto speciale che può essere identificato con due possibili codici:

- 17.03.01\* miscele bituminose contenenti catrame di carbone;
- 17.03.02 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17.03.01.

A prima vista, dunque, tale rifiuto sembrerebbe ricadere nella schiera dei cosiddetti "codici a specchio".

Tuttavia, secondo il parere ISPRA 003577 del 28 gennaio 2009, i codici 170302 e 170301\* non sono propriamente voci a specchio in quanto l'attribuzione di uno o dell'altro CER nel caso specifico non prevede la verifica dei requisiti di pericolosità, ma dipende bensì dalla presenza di uno specifico contaminante, ossia il catrame di carbone. Di conseguenza un rifiuto contenente catrame di carbone è sempre da intendersi pericoloso così come un rifiuto che non contiene tale sostanza è sempre da intendersi non pericoloso.

Il fresato d'asfalto prodotto in Italia non contiene "catrame" originato dalla distillazione del carbon fossile, che è classificato come sostanza pericolosa. Pertanto, non si ritiene necessaria l'esecuzione di un'analisi di caratterizzazione del rifiuto per la definizione della pericolosità, in quanto si tratta senza alcun dubbio di rifiuto non pericoloso a cui va dunque attribuito il codice CER 17.03.02.



Per il conferimento dei rifiuti a gestori autorizzati al recupero, valgono le medesime regole applicabili ai rifiuti non pericolosi. È necessario infatti fornire all'impianto di recupero le analisi sul rifiuto condotte ai sensi del DM 5 febbraio 1998 (test di cessione sui parametri di cui all'Allegato 3).

Secondo il Decreto, le analisi devono essere effettuate almeno ad ogni inizio attività e, successivamente, ogni due anni e comunque ogni volta intervengano delle modifiche sostanziali nel processo.

I rifiuti del fresato d'asfalto stoccati a deposito temporaneo, così come per tutte le altre tipologie di rifiuti, devono essere raccolti ed avviati agli impianti autorizzati secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti:

- con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
- quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi

In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno.

Nei siti di deposito temporaneo, è buona norma che il rifiuto sia accumulato sopra a teli, a protezione del terreno sottostante. Il cumulo deve altresì essere ricoperto al fine di evitare il dilavamento da parte delle acque meteoriche.

Lo stoccaggio del materiale con le modalità sopra descritte consente di escludere qualsiasi fenomeno di contaminazione delle matrici ambientali e la dispersione di polveri.

Nella operatività del cantiere del cavidotto, il fresato generato dalle lavorazioni verrà caricato sul cassone di un autocarro che resterà parcheggiato nell'area del cantiere mobile, seguendolo durante il suo avanzamento.

Una volta giunti al riempimento massimo del cassone, in relazione alla sua capacità portante autorizzata (naturalmente inferiore a 30 metri cubi, dato che la portata massima è di norma inferiore alle 30 tonnellate), sarà avviato direttamente ad un impianto terzo autorizzato al recupero del materiale.

A seguito delle operazioni di trattamento effettuate nell'impianto di recupero, se queste saranno conformi alla cessazione della qualifica di rifiuto del materiale conferito, si riutilizzerà il materiale ottenuto per il ripristino del manto stradale precedentemente asportato.

## Fase di esercizio

In merito alle eventuali emissioni durante la fase di esercizio, si precisa che gli impianti fotovoltaici, per loro stessa costituzione, non comportano emissioni in atmosfera di nessun tipo e pertanto non hanno impatti sulla qualità dell'aria locale.

Inoltre, la tecnologia fotovoltaica consente di produrre kWh di energia elettrica senza ricorrere alla combustione di combustibili fossili, peculiare della generazione elettrica tradizionale (termoelettrica).





Ne segue che l'impianto avrà un impatto positivo sulla qualità dell'aria, a livello nazionale e non sito-specifico, in ragione della quantità di inquinanti non immessa nell'atmosfera.

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 135.137.323,70 kWh (equivalente a 1.405,46 kWh/kW)

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	24 004.94
TEP risparmiate in 20 anni	441 184.54

Le emissioni evitate durante l'esercizio dell'impianto sono state calcolate facendo riferimento ai fattori di emissione medi del parco generativo nazionale, e sono riassunte nella tabella successiva:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	60 846 741.65	47 881.51	54 813.41	1 797.16
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1 118 296 634.55	880 009.80	1 007 410.68	33 029.86

L'impianto fotovoltaico, in virtù della tecnologia applicata e della configurazione complessiva delle apparecchiature, non è sede, nella sua fase di normale esercizio, di significative emissioni acustiche.

Le sole apparecchiature che possono determinare un rilevabile impatto acustico sul contesto ambientale sono gli inverter solari e i trasformatori, entrambi localizzati all'interno di cabine di campo in calcestruzzo armato prefabbricato.

I primi sono apparati elettronici in grado di convertire la corrente continua generata dall'impianto in corrente alternata da immettere nel sistema di distribuzione nazionale.

I secondi sono apparati elettronici che convertono la corrente alternata a bassa tensione (50-1000 volt) in media tensione (1000-30000 volt).

Dall'analisi delle schede tecniche degli inverter solari e dei trasformatori rilasciate dalle case produttrici si rileva che le emissioni acustiche delle suddette apparecchiature (misurate a 1 m di distanza) in termini di "Livello di potenza sonora" (LWA) sono le seguenti:



Inverter: LWA < 40 db(A);

Trasformatore: LWA pari a 70 dB(A).

Tali valori, misurati a 1 m di distanza dalle apparecchiature in campo aperto, si riducono notevolmente con la distanza, in ragione dell'attenuazione naturale delle onde sonore propagate e, soprattutto, dell'effetto fonoassorbente e schermante delle strutture di alloggiamento e protezione delle apparecchiature (cabine in cls prefabbricato, eventualmente rivestite di materiale fono assorbente).

Il potere fonoisolante della parete in cls è calcolabile con la seguente relazione:

$$R_w = 28,4 \log m - 19,3 \text{ dB}$$

Pertanto risulta pari a:

$$R_w = 28,4 \log 330 - 19,3 \text{ dB} = 52 \text{ dB(A)}$$

Le griglie di aerazione, di superficie inferiore a 1 mq, si ipotizza di trattarle come un'apertura con potere fonoisolante trascurabile, e l'indice di valutazione dell'isolamento normalizzato è calcolato, secondo quanto riportato dalla UNI EN 12354-3 e UNI TR 11175 con la seguente relazione:

$$D_{n,e,w,situ} = - 10 \log (S_{\text{apertura}}/10) - 10 \log (n_e)$$

dove:

$S_{\text{apertura}}$  è la superficie in metri quadrati dell'apertura;

$n_e$  è il numero di elementi.

che risulta pari a:

$$D_{n,e,w,situ} = - 10 \log (0,32/10) - 10 \log (3) = 10 \text{ dB(A)}$$

Il potere fonoisolante della parete composta è calcolabile con la seguente relazione:

$$R'_w = - 10 \log [ (S_{\text{parete}}/S_{\text{facciata}}) * 10 - R_w / 10 ] + (A_0 / S_{\text{facciata}}) * 10 - D_{n,e,w} / 10 ] - 2 \text{ dB(A)}$$

dove:



$A_0$  è l'area di assorbimento equivalente di riferimento che poniamo pari a 10

e quindi risulta pari a:

$$R'_w = - 10 \log [ (1 \cdot 10^{-52}/10) + ( (10/13.5)^* 10^{-10}/10 ) ] - 2 = 9 \text{ dB(A)}$$

In alcune condizioni di non normale funzionamento, i trasformatori e gli inverter possono produrre un ronzio più o meno intenso.

Tali eventualità saranno monitorate e gestite dal sistema di controllo dell'impianto, poiché si riflettono direttamente in inefficienze di produzione, e avranno pertanto una durata molto limitata nel tempo.

Concludendo, sulla base di quanto sin qui esposto, è possibile affermare con ragionevole certezza che, a seguito della realizzazione dell'impianto, i valori di  $Leq(A)$  stimati immessi in ambiente esterno e abitativo, simulando l'attività nelle peggiori condizioni di esercizio, sono inferiori ai valori di immissione ed emissione previsti dalle zonizzazioni acustiche comunali.

Un'ulteriore categoria di emissioni da considerare nell'esercizio dell'impianto fotovoltaico è quella relativa ai campi elettromagnetici generati dalle apparecchiature di conversione e vettoriamento dell'energia prodotta.

Le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso sono dovute alle cabine elettriche, ai cavidotti ed alla sottostazione utente per la trasformazione.

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata.

Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica.

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche, ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione.

Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.



Nel presente studio è stata presa in considerazione la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

Verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 15 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0m, +1,5m, +2m, +2,5m e +3m dal livello del suolo.

Si fa presente che la quota di +1,5m dal livello del suolo è la quota nominale cui si fa riferimento nelle misure di campo elettromagnetico.

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla Legge n. 36 del 22/2/01, che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, completata a regime con l'emanazione del DPCM 8.7.2003.

Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];
- "A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];
- "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3  $\mu$ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.



A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione.

Il parco fotovoltaico, mediante un brevissimo cavidotto interrato uscente dalla cabina di impianto alla tensione di 30 kV, sarà collegato in antenna su stallo dedicato della sezione a 36 kV della stazione d'utenza; da questa, mediante un cavidotto a 36 kV, sarà connesso alla nuova stazione elettrica della RTN a 36 kV, distante circa 8200 m dalla sottostazione utente ubicata all'interno dell'impianto, come prescritto nella soluzione tecnica.

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n. 30 convertitori statici trifase (inverter) della SMA, alloggiati a coppie nelle 15 cabine di trasformazione.

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno della potenza di 800 kVA, 1000 kVA e 1250 KVA a singolo secondario ed avranno una tensione primaria di 30 kV ed una tensione secondaria di 270 V.

Ognuno di essi sarà alloggiato all'interno di una cabina di trasformazione in accoppiamento con due inverter di competenza.

Il parco fotovoltaico avrà una potenza complessiva di circa 90 MW (lato AC), data dalla somma delle potenze elettriche di n. 15 cabine inverter della potenza unitaria massima di 6,0 MW

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di distribuzione dell'energia dai sottocampi verso la SSEU 30/36 kW è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo.

Dall'Inverter capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una line elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>.

Analogamente, gli inverter di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione costante dal primo all'ultimo Inverter.

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio elicordato, o equivalente.

La tipologia di cavidotti presenti nell'impianto prevede all'interno del campo fotovoltaico l'utilizzo di soli cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3µT, anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.

Si fa notare peraltro che anche il decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata.

Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.



Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:

- tutte le linee elettriche a servizio del parco:
  - elettrodotto MT di interconnessione fra gli inverter del sottocampo;
  - elettrodotto MT di vettoriamento dell'energia prodotta dai sottocampi verso la cabina di trasformazione;
- le cabine di trasformazione primarie e secondarie.

I cavi MT verranno interrati ad una profondità di 0,70 m.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30 kV.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di cabine collegate a valle di tale linea. Ciascuna cabina ha una produzione nominale pari a 85 A alla tensione di 30 kV.

La stazione di trasformazione MT/AT ha lo scopo di elevare la tensione dai 30 kV della rete MT proveniente dal parco fotovoltaico, e ai 36 kV della rete di trasmissione nazionale, nella quale il parco dovrà conferire l'energia prodotta. Tale elevazione avverrà attraverso due trasformatori di potenza, da 110 MVA complessivi.

La corrente nominale dell'impianto in AT sarà pari a circa 293 A, ad una tensione di 36 kV e alla frequenza di rete di 50 HZ.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.



<b>Soglia</b>	<b>Valore limite del campo magnetico</b>
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100 <math>\mu</math>T</b> (da intendersi come valore efficace)
<b>Valore di attenzione</b> (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	<b>10 <math>\mu</math>T</b> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
<b>Obiettivo di qualità</b> (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	<b>3 <math>\mu</math>T</b> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo 5 kV/m, inteso come valore efficace.

Per la valutazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti dell'impianto occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Si precisa che l'analisi è effettuata solo sui conduttori con posa a trifoglio e sezione superiore a 300 mm<sup>2</sup>, in quanto per i cavi cordati ad elica visibile il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 120 – 240 mm<sup>2</sup> risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

Ciò detto, si possono individuare nel parco fotovoltaico in progetto le seguenti tipologie di elettrodotti:

CASOA: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terna cavi MT posata a trifoglio;

CASOB: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terna cavi MT posata a trifoglio;

CASOC: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terna cavi MT posata a trifoglio;

CASOD: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 5 terna cavi MT posata a trifoglio;

CASOE: Linea elettrica in cavo interrato costituita da una terna cavi AT posata a trifoglio da 36 kV.



Per il caso A in esame, risulta pertanto abbondantemente rispettato il valore limite di esposizione pari a 100  $\mu$ T lungo tutto il percorso dei cavi, così pure l'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu$ T.

Per il caso B viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 2,6 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,30 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Per il caso C viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 4,2 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 2,10 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Per il caso D viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 5,4 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 2,70 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Per il caso E viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 3 m, centrata sull'asse del cavidotto, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si evidenzia che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630 mm<sup>2</sup>). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%.

Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T che il limite di attenzione di 10  $\mu$ T fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio.

Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli inverter, ipotizzando il funzionamento a piena potenza.

Data la natura non programmabile della fonte fotovoltaica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSEU, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):

- Sbarre A.T. a 36 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 30 kV.





Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di BT, trasformatori MT/BT, trasformatori AT/MT, apparecchiature in BT, ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Trattandosi di una cabina primaria isolata in aria, il DM 29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, in quanto le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono all'interno dell'area di pertinenza della stessa cabina.

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto sono da considerare le cabine elettriche di trasformazione, all'interno delle quali, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 6000 kVA collocati nelle cabine di trasformazione.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 6000 kVA collocati nelle cabine di trasformazione.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

Si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 7 m.

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto resta da considerare la cabina elettrica MT d'impianto, alla quale confluiscono i cavidotti MT provenienti dalle cabine di trasformazione, all'interno della quale, la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti dei quadri MT

Si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 3 m.

Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina d'impianto non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti, nella fase di esercizio dell'impianto non è prevista, fatta eccezione per quelli generati nelle operazioni di riparazione o manutenzione, che saranno gestiti direttamente dalle ditte appaltatrici e regolarmente recuperati o smaltiti fuori sito, presso impianti terzi autorizzati.

## Tecnologia e tecniche adottate

In riferimento alle tecnologie fotovoltaiche per impianti di taglia industriale, nel progetto sono state scelte e implementate le migliori tecnologie attualmente disponibili, che consentono al contempo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e minimizzare l'occupazione di suolo e l'utilizzo di risorse naturali.

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected):



l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico (o da un campo fotovoltaico nel caso di impianti di una certa consistenza), e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo (non presente in questo progetto), permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

Nel seguito del paragrafo si descriveranno le tecniche e le tecnologie scelte per l'impianto di Montalto, con indicazioni sulle maggiori prestazioni sia elettriche che ambientali rispetto a quelle tradizionalmente usate nella progettazione di impianti fotovoltaici, nonché sulle soluzioni progettuali e operative adottate per minimizzare le emissioni e il consumo di risorse naturali.

## Moduli fotovoltaici

Allo stato attuale, le tecnologie disponibili per la realizzazione di moduli fotovoltaici si dividono in quattro categorie, elencate in ordine decrescente di rendimento:

- Moduli a eterogiunzione
- Moduli in silicio monocristallino
- Moduli in silicio policristallino
- Moduli in silicio amorfo.

Per completezza, vanno citati anche i moduli fotovoltaici costruiti con tecnologie aerospaziali, che hanno rendimenti doppi rispetto alle tecnologie sopra elencate, ma hanno costi proibitivi e vengono prodotti solo per applicazioni aerospaziali e non esiste produzione industriale per applicazioni tradizionali.

Il rendimento, o efficienza, di un modulo fotovoltaico è definito come il rapporto espresso in percentuale tra l'energia captata e trasformata in elettricità, rispetto all'energia totale incidente sul modulo stesso.

L'efficienza dei pannelli fotovoltaici è proporzionale al rapporto tra watt erogati e superficie occupata, a parità di tutte le altre condizioni (irraggiamento, radiazione solare, temperatura, spettro della luce solare, risposta spettrale, etc.).

L'efficienza di un pannello fotovoltaico diminuisce costantemente nel tempo, a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, a scala macroscopica e microscopica



(degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.). Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico viene considerata tra i 20 e i 25 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta.

Facendo riferimento alla attuale offerta di mercato dei produttori a scala industriale, si possono assumere i seguenti dati medi di rendimento per pannelli reperibili in commercio (si specifica che i dati riguardano pannelli fotovoltaici assemblati e prodotti in serie, e non riguardano la potenza complessiva del pannello. A livello di singolo modulo fotovoltaico, o cella, i produttori dichiarano valori massimi raggiunti in condizioni di laboratorio anche superiori a quelli relativi ai pannelli):

- Moduli a eterogiunzione – 21,5%
- Moduli in silicio monocristallino – 20%
- Moduli in silicio policristallino – 16,7%
- Moduli in silicio amorfo – 8,5%.

Lo stesso ordine decrescente si può assumere anche per la diminuzione di rendimento dei moduli al crescere della temperatura di esercizio.

I moduli utilizzati per il progetto sono in silicio monocristallino, Mysolar-GOLD-HJT-bifacial modello MS710N-HJTGB da 710 Watt

La scelta è motivata dalla elevata potenza specifica del modulo e dalle migliori caratteristiche di rendimento in diverse condizioni ambientali e nel tempo rispetto alle offerte delle altre maggiori case produttrici a livello mondiale.

I moduli della serie Risen scelti sono realizzati con una tecnologia che consente di:

- Ridurre drasticamente il calo intrinseco di rendimento alle alte temperature
- Ridurre la intrinseca degradazione dei moduli indotta dalla prolungata esposizione alla luce
- Aumentare l'efficienza di conversione in condizioni di irraggiamento non ottimale come scarsa luminosità o luminosità diffusa e non diretta
- Ridurre la percentuale di energia incidente che viene persa per riflessione
- Ridurre l'adesività di particelle e materiali sulla superficie
- Ridurre il calo intrinseco di rendimento nell'arco di vita utile dei moduli
- Massimizzare la produzione di energia durante tutta la vita utile del pannello
- Massimizzare la stabilità di rendimento del pannello nel tempo.

L'efficienza media di tali moduli, certificata dal produttore e garantita per 25 anni, è del 22,5% con un fattore di degradazione del solo 0,4% per anno.

Allo stato attuale e rispetto alle altre tecnologie disponibili, i moduli fotovoltaici scelti per il presente progetto consentono di avere:



- una maggiore potenza installata a parità di superficie occupata
- una maggiore efficienza a parità di irraggiamento del sito di installazione
- una maggiore produzione di energia rinnovabile nel tempo a parità di tutte le altre condizioni.

## Tecnologia di inseguimento solare

Il rendimento e la produttività di un impianto fotovoltaico dipendono da numerosi fattori, non soltanto dalla potenza nominale e dall'efficienza dei pannelli installati.

La resa complessiva dell'impianto dipende anche dal posizionamento dei pannelli, dalla struttura elettrica del loro collegamento in stringhe e sottocampi, dalla tipologia e dalle prestazioni dei componenti di raccolta e conversione dell'energia prodotta, dalla tipologia e dalla lunghezza dei cablaggi e dei cavi utilizzati per il trasporto dell'energia.

Oltre al posizionamento dei pannelli in configurazione fissa, che consente di massimizzare la captazione di energia radiante del sole nelle fasce orarie centrali della giornata, esistono anche tecnologie di inseguimento solare, che possono essere ad un asse o a due assi.

Tali tecnologie prevedono il montaggio dei pannelli su strutture dotate di motorizzazione che, opportunamente sincronizzata e comandata a seconda della latitudine del sito di installazione, modificano l'inclinazione dei pannelli durante l'intera giornata per far sì che questi si trovino sempre nella posizione ottimale rispetto all'incidenza dei raggi solari.

L'inseguimento monoassiale prevede che i pannelli siano montati con esposizione a sud, e oscillino lungo l'asse est-ovest durante il giorno; l'inseguimento biassiale fa invece muovere i pannelli lungo i due assi nord-sud ed est-ovest.

A parità di potenza installata, e rispetto alla configurazione fissa classica, l'inseguimento biassiale garantisce ovviamente la massima producibilità dell'impianto, ma richiede spazi di installazione notevolmente superiori rispetto all'inseguimento monoassiale, in quanto le strutture hanno bisogno di maggior spazio libero per evitare ombreggiamenti reciproci.

Per l'impianto in progetto si è optato per una tecnologia ad inseguimento monoassiale, che permette di avere, con ingombri praticamente simili a quelli richiesti da una configurazione fissa, una producibilità superiore di almeno il 25% durante l'anno.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione di territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'inclinazione e l'orientamento dei moduli sono stati scelti per ottimizzare la radiazione solare incidente: i moduli saranno orientati a Sud con inclinazione variabile da  $-45^\circ$  a  $+45^\circ$ , in modo da consentire la massima raccolta di energia nell'arco dell'anno unitamente ad una ridotta superficie di esposizione al vento con la tecnologia ad inseguimento ad un asse.

I moduli sono disposti secondo file parallele; la distanza tra le stringhe è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.



Come si può facilmente verificare tale angolo limite è dato da:

$$\alpha = 90^\circ \text{Lat} - 23,5^\circ$$

Per una località situata alla latitudine di  $39,15^\circ$  Nord, l'angolo limite è pari a  $25,6^\circ$ ; detta  $h$  l'altezza dei moduli fotovoltaici rispetto al piano di appoggio la distanza tra le file deve essere almeno pari a:

$$d = h / \text{tg}\alpha.$$

## Configurazione dell'impianto fotovoltaico

Nel complesso, l'impianto fotovoltaico è stato progettato per avere una alta efficienza e minimizzare le perdite intrinseche dovute ai processi di conversione e vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dai pannelli.

La progettazione elettrica dei componenti utilizzati e delle loro connessioni è stata eseguita tenendo conto delle migliori soluzioni disponibili in termini di impatto sull'ambiente e stabilità del sistema.

L'energia massima producibile teoricamente in un anno dall'impianto è data dal prodotto della radiazione media annua incidente sul piano dei moduli per la potenza nominale dell'impianto, in base al calcolo di irraggiamento dai dati della Norma UNI 10349.

L'energia effettivamente producibile va poi calcolata tenendo conto dei rendimenti delle diverse sezioni dell'impianto, in particolare il Decreto Ministeriale del 28 luglio 2005 fissa i seguenti requisiti minimi da dimostrare in fase di collaudo:

- $P_{cc} > 0,85 P_{nom} \times I / I_{stc}$
- $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$  ( tale condizione deve essere verificata per  $P_{ca} > 90\%$  della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata )

dove :

- $P_{cc}$  = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .
- $P_{nom}$  = Potenza nominale del generatore fotovoltaico.
- $I$  = Irraggiamento in  $W/m^2$  misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ .
- $I_{stc}$  =  $1000 W/m^2$  è l'irraggiamento in condizioni di prova standard.



- Pca = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .

Già a livello preliminare, i componenti dell'impianto sono stati selezionati per minimizzare le perdite nel processo di conversione; in sede di progetto definitivo verranno presi ulteriori accorgimenti volti ad ottimizzare le prestazioni del sistema, in termini di energia prodotta.

In particolare sono stati adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; vengono inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezione adeguate per ridurre le perdite sul lato corrente continua

Alla luce di quanto sopra, il bilancio esteso delle perdite nelle varie sezioni del sistema è riportato nello schema seguente:

- perdite per scostamento delle condizioni di targa (temperatura) 6%
- perdite per mismatching tra le stringhe 2%
- perdite in corrente continua 5%
- perdite sul sistema di conversione CC/CA 1%
- perdite per basso soleggiamento e per ombreggiamento reciproco 2%
- perdite per polluzione sui moduli 1%

per cui il rendimento stimato del sistema è pari a :  $\eta_{sist} = 77\%$ , tenendo conto degli inevitabili fermi di impianto, si può assumere un rendimento totale pari a circa il 75%.

Nel campo fotovoltaico sono presenti 15 sottocampi, ognuno dei quali è dotato di cabina di trasformazione.

I gruppi di conversione saranno collegati in un apposito quadro a formare lato C.A. un sistema trifase connesso a due trasformatori BT/MT per ogni sottocampo.

L'uscita MT dei trasformatori a 20 kV trifase sarà collegata a sua volta alle apparecchiature di manovra e sezionamento della rete di raccolta energia, che convoglierà tutta l'energia ad una stazione di trasformazione 150/20 kV che verrà connessa a sua volta alla rete RTN di Terna.

L'inverter è conforme alle più stringenti direttive nazionali ed europee per la sicurezza e l'immissione in rete d'energia: EMC: EN61000-6-2, EN61000-6-4; CE. L'inverter, del tipo trifase, sarà collegato sul lato in corrente alternata al sistema di distribuzione attraverso cui avviene di seguito l'immissione dell'energia elettrica prodotta in rete. L'inverter consente il collegamento della totalità delle stringhe di un campo. I gruppi di conversione previsti sono stati realizzati con tecnica PWM, e sono in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico. L'inverter è munito di display che indica la temperatura di lavoro, l'energia cumulativa trasmessa, la potenza istantanea immessa in rete e quella in ingresso dal campo fotovoltaico.



Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento delle stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo H07RN-F (neoprene a doppio isolamento).

Il collegamento tra i quadri di campo e i quadri di sottocampo sono realizzati con cavi adatti alla posa interrata e sono protetti con tubazioni. La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

Il sistema di controllo dell'impianto avviene tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto:

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto (control room), tramite software apposito in grado di monitorare e controllare i quattro inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data- Logger montata a bordo degli inverter.

Il controllo in remoto avviene da centrale (servizio e assistenza) con medesimo software del controllo locale.

Le grandezze controllate da sistema sono:

- Potenza dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter; Corrente di campo dell'inverter; Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente; Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte;

## Limitazione delle emissioni nella fase di costruzione

Verranno adottati i seguenti accorgimenti per mitigare l'impatto, analizzato nei paragrafi precedenti, durante la fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico in esame:

- I motori a combustione interna utilizzati saranno conformi ai vigenti standard europei in termini di emissioni allo scarico;
- I mezzi e i macchinari saranno tenuti accesi solo per il tempo necessario;
- Le attività di cantiere si svolgeranno solo nel periodo diurno dei giorni feriali ponendo opportuna attenzione a non disturbare la circolazione della viabilità ordinaria e ad immettersi sulla stessa solo previo lavaggio delle ruote dei mezzi;
- In caso di clima secco, si procederà a periodiche bagnature delle superfici sterrate, nonché dei cumuli di materiali in deposito durante le fasi di lavorazione e della viabilità adiacente all'area di cantiere;



- Si procederà alla copertura dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali polverulenti;
- La gestione del cantiere provvederà a far sì che i materiali da utilizzare siano stoccati per il minor tempo possibile, compatibilmente con le lavorazioni.
- I macchinari e le apparecchiature utilizzate risponderanno ai criteri dettati dalla direttiva Macchine (marcatura CE) per quanto riguarda la rumorosità di funzionamento;
- Le attività di cantiere si svolgeranno solo nel periodo diurno;
- Le lavorazioni più rumorose saranno gestite in modo da essere concentrate per un periodo limitato di tempo, e comunque dureranno lo stretto necessario;
- Eventuali macchinari particolarmente rumorosi potranno essere alloggiati in apposito box o carter fonoassorbente;
- I mezzi e i macchinari saranno tenuti accesi solo per il tempo necessario;

Verranno adottati i seguenti accorgimenti per mitigare l'impatto, analizzato nei paragrafi precedenti, durante la fase di posa del cavidotto in esame:

- I motori a combustione interna utilizzati saranno conformi ai vigenti standard europei in termini di emissioni allo scarico;
- I mezzi e i macchinari saranno tenuti accesi solo per il tempo necessario;
- Le attività di cantiere si svolgeranno solo nel periodo diurno dei giorni feriali ponendo opportuna attenzione a non disturbare la circolazione della viabilità ordinaria e ad immettersi sulla stessa solo previo lavaggio delle ruote dei mezzi;
- In caso di clima secco, si procederà a periodiche bagnature delle superfici sterrate, nonché dei cumuli di materiali in deposito durante le fasi di lavorazione e della viabilità adiacente all'area di cantiere;
- Si procederà alla copertura dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali polverulenti;
- La gestione del cantiere provvederà a far sì che i materiali da utilizzare siano stoccati per il minor tempo possibile, compatibilmente con le lavorazioni;
- I macchinari e le apparecchiature utilizzate risponderanno ai criteri dettati dalla direttiva Macchine (marcatura CE) per quanto riguarda la rumorosità di funzionamento;
- Le lavorazioni più rumorose saranno gestite in modo da essere concentrate per un periodo limitato di tempo, e comunque dureranno lo stretto necessario;
- Eventuali macchinari particolarmente rumorosi potranno essere dotati di carter fonoassorbente;
- Si procederà all'inumidimento delle aree e dei materiali prima degli interventi di scavo;
- Si impiegheranno ove necessario contenitori di raccolta chiusi;
- I cumuli dei materiali polverulenti saranno protetti dall'azione di trasporto eolico mediante bagnatura superficiale e/o utilizzo di teloni di copertura;





- Durante i processi di movimentazione si utilizzeranno scarse altezze di getto;
- Sarà curata l'ottimizzazione dei carichi trasportati e delle tipologie di mezzi utilizzati;
- Nel caso di carico e/o scarico di materiali o rifiuti, ogni autista limiterà le emissioni di gas di scarico degli automezzi, evitando di mantenere acceso il motore inutilmente;
- Si imporrà la circolazione degli automezzi a bassa velocità per evitare il sollevamento di polveri;
- Nella stagione secca si procederà alla eventuale bagnatura con acqua delle strade e dei cumuli di scavo stoccati, per evitare la dispersione di polveri;
- Si attuerà, ove necessario, un lavaggio delle ruote dei mezzi pesanti, prima dell'immissione sulla viabilità pubblica, per limitare il sollevamento e la dispersione di polveri;
- Si rispetteranno gli orari imposti dai regolamenti comunali e dalle normative vigenti per lo svolgimento delle attività rumorose;
- Si ridurranno i tempi di esecuzione delle attività rumorose utilizzando eventualmente più attrezzature e più personale per periodi brevi;
- Si procederà ad una attenta manutenzione dei mezzi e delle attrezzature (eliminare gli attriti attraverso periodiche operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lasciano giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori), prevedendo una specifica procedura di manutenzione programmata per i macchinari e le attrezzature;
- Divieto di utilizzo in cantiere dei macchinari senza opportuna dichiarazione CE di conformità e l'indicazione del livello di potenza sonora garantito, secondo quanto stabilito dalle normative vigenti;
- Eventuali attività di manutenzione e sosta mezzi e attività varie di officina, nonché depositi di prodotti chimici o combustibili liquidi, saranno effettuate in aree pavimentate e coperte, dotate di opportuna pendenza che convogli eventuali sversamenti in pozzetti ciechi a tenuta;
- Sarà individuata un'adeguata area adibita ad operazioni di deposito temporaneo di rifiuti; gli stessi saranno raccolti in appositi contenitori consoni alla tipologia stessa di rifiuto e alle relative eventuali caratteristiche di pericolo.
- Copertura dei carichi nei cassoni dei mezzi di trasporto, qualora se ne rischi la dispersione nel corso del moto;
- Nei tratti in cui il cantiere mobile passi in adiacenza o vicinanza a cantieri abitati o abitazioni singole, saranno utilizzate apposite barriere per limitare la diffusione delle polveri generate;

## Limitazione del consumo di risorse naturali

Le tecniche progettuali adottate per limitare il consumo di risorse naturali del presente progetto sono riassumibili come segue:



- Utilizzo di inseguitori monoassiali in configurazione bifilare per ridurre l'occupazione di suolo e massimizzare la potenza installata e la producibilità dell'impianto;
- Realizzazione della viabilità d'impianto in ghiaia per evitare l'artificializzazione del suolo;
- Utilizzo della tecnica di semplice infissione nel suolo per le strutture degli inseguitori e per i pali della recinzione perimetrale, per evitare lavori di scavo e il ricorso a plinti di fondazione o altre strutture ipogee;
- Mantenimento dell'area sotto i pannelli allo stato naturale per evitare il consumo e l'artificializzazione del suolo;
- Realizzazione dei cavidotti esterni all'impianto a margine della viabilità esistente, per evitare escavazioni nel terreno naturale;
- Pulizia dei pannelli con acqua demineralizzata, per evitare il consumo di acqua potabile;
- Pulizia dei pannelli con idropulitrici a getto, per evitare il ricorso a detersivi e sgrassanti che avrebbero modificato le caratteristiche del soprassuolo;
- Taglio della vegetazione e del manto erbaceo naturale sotto i pannelli con greggi di ovini, per evitare il ricorso a macchinari e diserbanti che avrebbero alterato la struttura chimica del suolo e del soprassuolo.

## Cavidotti

## Percorso

Il percorso del cavidotto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla RTN ha una lunghezza di circa 8,2 km, e interessa i territori del Comune di Uta e Assemini.

Il cavidotto sarà posato interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere sia asfaltata che sterrata (viabilità provinciale e vicinale).

Il cavidotto AT parte dalla sottostazione utente MT/AT, esce dal margine superiore destro del lotto 2 e si innesta sulla SP n. 2 "Pedemontana".

Dal punto di innesto segue il percorso descritto di seguito:

- corre in direzione est- nord est, verso Uta, per circa 6.000 m;
- si innesta sulla strada vicinale Bingias Noas per circa 600 m verso sud-est;
- prosegue sulla strada vicinale Casaru per circa 1000 m verso sud-est;
- prosegue sulla strada vicinale Serra per circa 600 m verso est;



- entra nei terreni destinati alla realizzazione della SE Terna.

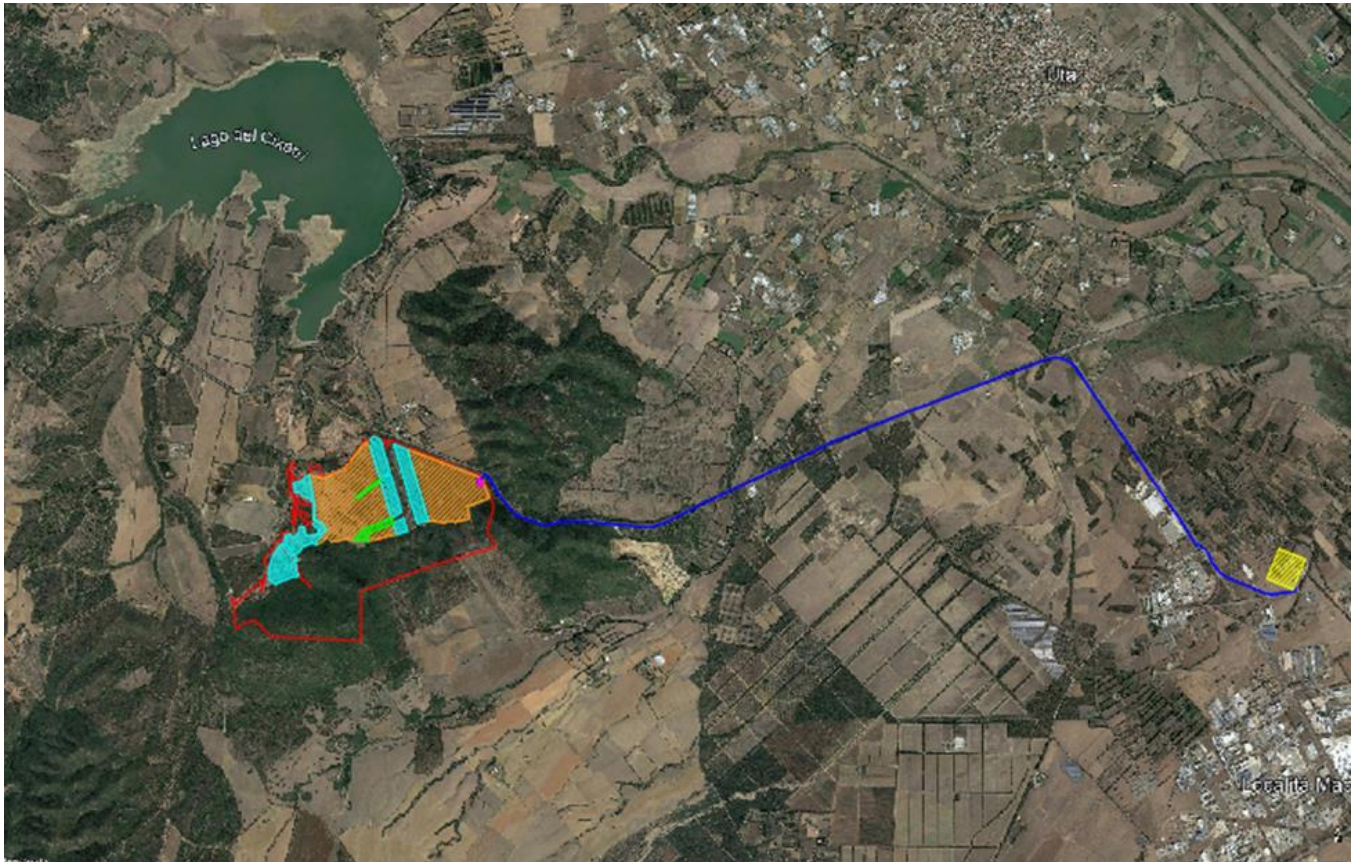


Figura 19 – percorso del cavidotto AT

## Modalità di posa

I cavidotti interni e di collegamento dell'impianto alla RTN saranno realizzati completamente interrati.

I cavidotti BT e MT interni all'impianto, quelli di collegamento tra i lotti di impianto e con la sottostazione utente avranno una profondità di 0,7 m dal piano campagna e una larghezza di 0,4 m.

Il cavidotto AT esterno all'impianto avrà una profondità di scavo di 1,1 m dal piano campagna e una larghezza di 0,7 m.

Lo schema di posa dei cavidotti citati prevede un allettamento in sabbia, il riempimento col terreno escavato e una copertura superficiale con inerte di cava o con cemento se su strada asfaltata.

Sul percorso delle tubazioni AT saranno previsti dei pozzetti di sezionamento e d'ispezione, indicativamente ogni 150 m.

Quelli posti sui percorsi accessibili agli automezzi, saranno provvisti di telaio e di coperchio di tipo carrabile in ghisa.

I cavidotti saranno posati interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere sia asfaltata che sterrata (viabilità provinciale e vicinale).



La posa avverrà, fin quando possibile, in affiancamento nella banchina stradale, e si interesserà la sede stradale solo ove non sia disponibile uno spazio di banchina.

Nei punti in cui la sede stradale attraversa dei corsi d'acqua, il cavidotto attraverserà i corsi d'acqua intercettati o in subalveo o in affiancamento agli impalcati dei ponti.

Questi aspetti progettuali saranno definiti in sede di progettazione esecutiva, a valle di sopralluoghi mirati a verificarne la fattibilità e a individuare eventuali interferenze con i sottoservizi esistenti.

Per gli attraversamenti che saranno realizzati in sub alveo, non si ricorrerà a scavi bensì si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (TOC).

Tale tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, al di sotto dell'alveo del corso d'acqua, lasciando del tutto inalterate le sponde e il fondo dell'alveo.

Gli attraversamenti in sub alveo saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse del corso d'acqua, per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino.

Le quote di interrimento del cavidotto saranno raccordate nei tratti in prossimità delle sponde, per garantire la giusta immersione del cavidotto al di sotto del fondo dell'alveo.

La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà uguale o superiore a 2 m.

Con tali soluzioni si evita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni caso sarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsi d'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico.

Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tutela delle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Nelle figure successive vengono riportate le soluzioni tipo con le scelte adottate per la realizzazione degli attraversamenti.

Ovviamente, le soluzioni tipo andranno contestualizzate nei singoli casi, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione

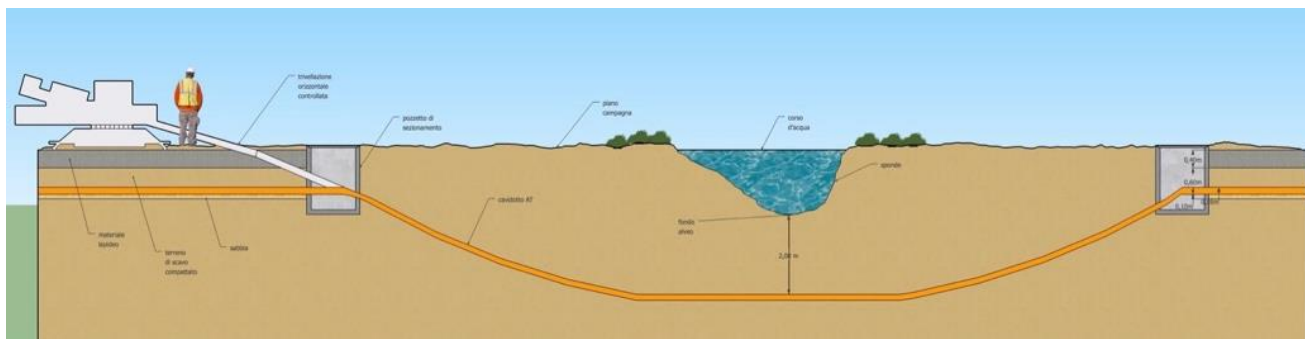


Figura 20 – sezione tipo per attraversamento in sub-alveo

## Interferenze



Al netto di una puntuale ricognizione e mappatura, da effettuarsi in fase di progettazione esecutiva, le uniche interferenze rilevabili sono quelle col reticolo idrografico.

Il tracciato del cavidotto AT interseca il corso di 7 corsi d'acqua.

Tutti i corsi d'acqua intercettati ricadono lungo il tracciato della SP n.2, e pertanto in corrispondenza degli attraversamenti è possibile sfruttare sia la sede stradale che gli impalcati dei ponti.

Nella parte di percorso che si sviluppa sulle strade vicinali sterrate, non sono state rilevate interferenze con corsi d'acqua comunque denominati.

Si prevede, salvo verifiche e aggiustamenti in fase esecutiva, di superare gli attraversamenti 1, 2, 3 e 5 rimanendo sulla sede stradale.

Gli attraversamenti 4, 6 e 7 verranno effettuati con una canaletta ancorata al fianco dell'impalcato del ponte stradale, a quota superiore a quella di intradosso.

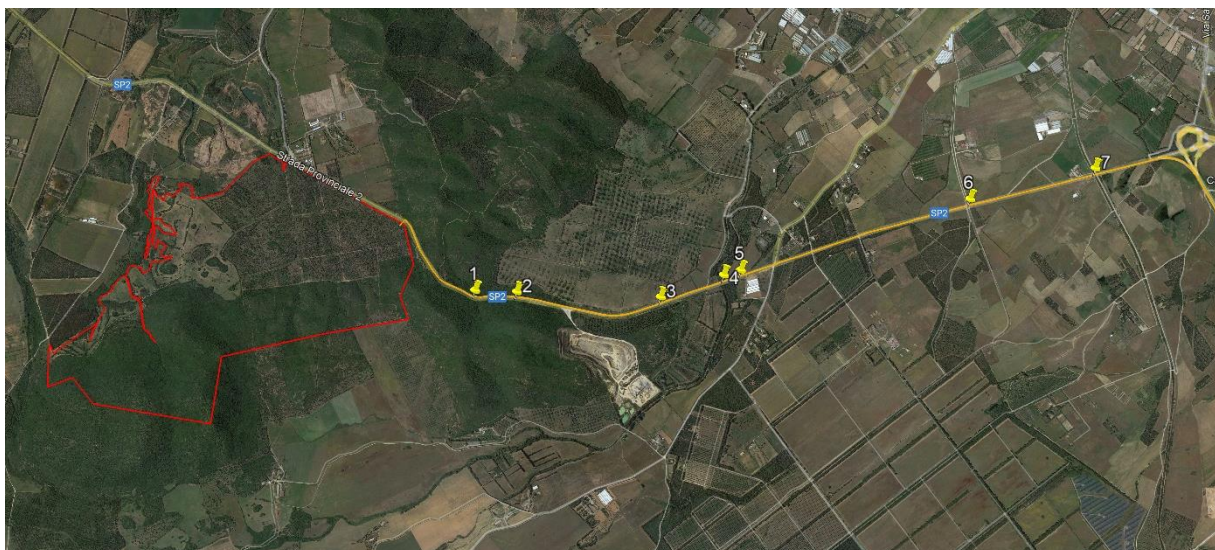


Figura 21 – individuazione degli attraversamenti



Figura 22 – attraversamento 1



Figura 23 – attraversamento 2



Figura 24 – attraversamento 3



Figura 25 – attraversamento 4



Figura 26 – attraversamento 5



Figura 27 – attraversamento 6





Figura 28 – attraversamento 7

## Alternative di progetto esaminate

Il progetto dell'impianto fotovoltaico è stato sviluppato dalla DIOMEDE srl per mandato diretto di fondi di investimento internazionali specializzati nel settore delle energie rinnovabili.

La scelta della tecnologia fotovoltaica si è rivelata la più idonea, rispetto alle altre tecnologie di produzione di energia da fonte rinnovabile, per vari motivi, legati sia alle caratteristiche del territorio che a quelle dell'impatto sull'ambiente.

Il principale fattore che ha indirizzato la scelta verso la tecnologia fotovoltaica è legato alle caratteristiche di irraggiamento che il nostro territorio offre.

Infatti, le latitudini del centro e sud Italia offrono buoni valori dell'energia solare irradiata, che risulta uniformemente distribuita e non risente di limitazioni sito specifiche (cosa che invece accade per la tecnologia eolica e geotermica).

Il territorio del centro Italia, seppure presenti dei valori di irraggiamento inferiori di circa il 7% rispetto al sud Italia, permette una maggiore producibilità fotovoltaica in quanto le caratteristiche della bassa atmosfera sono migliori: il contenuto di vapor d'acqua nell'aria risulta minore e quindi minore è la quantità di radiazione solare diffusa o riflessa verso l'alto.

Rispetto alla tecnologia eolica, le ore di sole e le ore di vento mediamente durante l'anno sono tra loro paragonabili, ma non sempre le ore di vento sono utili alla producibilità eolica, che necessita di vento costante (vento filato) e non di raffiche.

Inoltre, la tecnologia fotovoltaica garantisce, rispetto alle altre, un impatto ambientale più contenuto e facilmente mitigabile.



Il territorio occupato da un impianto fotovoltaico rimane di fatto, nell'arco della vita utile dell'impianto, al suo stato naturale, non subisce artificializzazioni e non viene interessato da alterazioni o contaminazioni legate, ad esempio, alle pratiche agricole (fertilizzanti, diserbanti) o a quelle industriali (realizzazione ed esercizio di aree industriali e impianti produttivi).

Ben più impattante sotto questo aspetto è la tecnologia eolica, che comporta ingenti trasformazioni del territorio per la viabilità che bisogna realizzare per raggiungere il sito di installazione degli aerogeneratori e per la lunghezza rilevante dei cavidotti necessari a collegare l'impianto alla RTN.

Un impianto fotovoltaico non ha di fatto emissioni, al contrario di un impianto geotermico che richiede l'utilizzo e comporta l'emissione di diversi inquinanti dell'atmosfera, dell'ambiente idrico e del suolo.

L'unico impatto di magnitudo significativa, nel caso di impianti estesi, è quello legato alla percezione del paesaggio.

Anche in questo caso la tecnologia fotovoltaica, presentando uno sviluppo areale e non verticale, permette di mitigare tale impatto con efficaci e naturali opere di schermatura a verde, cosa che non è possibile in riferimento alla tecnologia eolica, molto più impattante sotto questo punti di vista.

La scelta di realizzare l'impianto nel territorio comunale di Uta deriva da diverse positività e opportunità, rispetto ad altri siti valutati dalla Società proponente in Sardegna:

- Buoni valori di irraggiamento
- Disponibilità di terreni agricoli con diseconomie di coltivazione
- Esistenza di progetto di adeguamento delle infrastrutture di rete TERNA
- Compatibilità con gli obiettivi di programmazione nazionale e locale
- Compatibilità con l'ambiente naturale
- Assenza di vincoli

La dimensione e la tecnologia scelte per l'impianto fotovoltaico derivano dal duplice obiettivo di massimizzare la produzione di energia rinnovabile e minimizzare l'occupazione di territorio.

Seppur affrontando dei costi di investimento maggiori rispetto ad un layout tradizionale, è stato scelto di utilizzare una tecnologia a inseguimento con moduli fotovoltaici dalle prestazioni di punta (700 Wp ed efficienza superiore al 22%), così da avere una producibilità nettamente superiore (almeno il 35% in più) rispetto ad un impianto fotovoltaico a pannelli fissi e una occupazione di territorio (a parità di potenza installata) minore.

Attualmente, paragonando l'efficienza e il costo per kWh prodotto, la tecnologia fotovoltaica a inseguimento monoassiale risulta superiore a tutte le altre.

Questa scelta ha inoltre un riflesso diretto sull'impatto positivo, a livello nazionale, delle emissioni evitate e quindi della qualità dell'aria.



## Ricadute occupazionali

Di seguito si riportano i dati consuntivi stimati relativi alla realizzazione di un impianto fotovoltaico di taglia industriale avente una potenza di circa 96 MWp e medesima tecnologia, dotato di cabina primaria MT/AT da realizzarsi all'interno del lotto di progetto e sottostazione TERNA esistente distante circa 8,2 km, con allaccio a quest'ultima.

I lavori di costruzione dell'impianto e della sottostazione avranno una durata massima di circa 8 mesi.

Si prevede verranno impiegate 215.000 ore di lavoro, con punte di personale fino a 210 unità, solo però in un ristretto periodo.

Il valore medio può attestarsi intorno alle 180 unità, di cui un quinto formato da tecnici specializzati o supervisor.

Si può ritenere, in prima approssimazione, che occorrono circa 0,75 ore per kW installato, comprensivo delle ore necessarie alla costruzione della cabina primaria, togliendo la quale la resa può raggiungere le 0,65 ore per kW installato.

La realizzazione e la gestione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto comporterà delle ricadute positive sul contesto occupazionale locale.

Infatti, sia per le operazioni di cantiere che per quelle di manutenzione e gestione delle varie parti di impianto, si prevede di utilizzare in larga parte, compatibilmente con la reperibilità delle professionalità necessarie, risorse locali.

In particolare, compatibilmente con il quadro economico di progetto, per la fase di cantiere si stima di utilizzare per le varie lavorazioni, le seguenti categorie professionali:

- lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri;
- lavori civili (strade, recinzione, cabine): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori;
- lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete di terra, cabine): elettricisti, operai specializzati, camionisti, ingegneri;
- montaggio supporti pannelli: topografi, ingegneri, operai specializzati, saldatori;
- opere a verde: vivaisti, agronomi, operai generici.

Anche l'approvvigionamento dei materiali ad esclusione delle apparecchiature complesse, quali pannelli, inverter e trasformatori, verrà effettuato per quanto possibile nel bacino commerciale locale dell'area di progetto.



Successivamente, durante il periodo di normale esercizio dell'impianto, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso.

Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza.

Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto.

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

## Dismissione e ripristino

Al termine della vita utile dell'impianto (stimata in almeno 20 anni), si procederà allo smantellamento dell'impianto o, alternativamente, al suo potenziamento/adeguamento alle nuove tecnologie che presumibilmente verranno sviluppate nel settore fotovoltaico.

Considerando l'ipotesi della dismissione dell'impianto, al termine dell'esercizio ci sarà una fase di dismissione e demolizione, che restituirà le aree al loro stato originario, preesistente al progetto, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003.

Si procederà quindi alla rimozione del generatore fotovoltaico in tutte le sue componenti, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero.

Nella prassi consolidata dei produttori di moduli classificano il "modulo fotovoltaico" come rifiuto speciale non pericoloso, con il codice C.E.R. 160214.

Pertanto al termine del ciclo di vita utile del prodotto, questo non deve essere smaltito fra i rifiuti domestici generici ma va consegnato ad un punto di raccolta appropriato per il riciclaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche, per il trattamento, il recupero e il riciclaggio corretti, in conformità alle Normative Nazionali.

Dal punto di vista Normativo il Servizio Centrale Ambientale dell'ANIE (Federazione Italiana Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche) in una comunicazione del novembre 2005 (Ass. Energia, 2 Novembre 2005-Fonte EniPower), dichiara espressamente come: "I sistemi fotovoltaici non ricadono nel campo di applicazione della Direttiva RAEE perché sono installazioni fisse".

La direttiva RAEE si applica infatti ai prodotti finiti di bassa tensione elencati nelle categorie dell'allegato 1A. La direttiva, recepita in Italia con Dlgs del 25/07/2005 n.151, prevede, in particolare, che i produttori s'incarichino dello smaltimento dei loro prodotti. Pertanto l'utente (acquirente dei moduli) è responsabile del conferimento dell'apparecchio a fine vita alle



appropriate strutture di raccolta, pena le sanzioni previste dalla vigente legislazione sui rifiuti.

Peraltro nella stessa comunicazione, l'ANIE dichiara come: “I sistemi fotovoltaici non ricadono nel campo di applicazione della Direttiva RoHS perché sono installazioni fisse”. Come è noto, la Direttiva RoHS si applica ai prodotti che ricadono nel campo di applicazione della Direttiva RAEE su citata, con alcune eccezioni. La direttiva prevede che tali prodotti e tutti i loro componenti non debbano contenere le “sostanze pericolose” indicate nell'articolo 4 ad eccezione delle applicazioni elencate nell'allegato 1A.

È comunque da far notare che le celle fotovoltaiche, sebbene garantite 20/25 anni contro la diminuzione dell'efficienza di produzione, essendo costituite da materiale inerte quale il silicio garantiscono cicli di vita ben superiori alla durata ventennale del Conto Economico.

Del modulo fotovoltaico possono essere recuperati almeno il vetro di protezione, le celle al silicio la cornice in alluminio ed il rame dei cavi, quindi circa il 95% del suo peso.

Per quanto riguarda l'inverter, tale rifiuto viene classificato come rifiuto speciale non pericoloso al n.160214 del C.E.R. e i costi medi di mercato per il conferimento sono di circa 40 - 45 c/Kg.

L'inverter, altro elemento “ricco” di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato.

Tutti i cavi in rame possono essere recuperati, così come tutto il metallo delle strutture di sostegno.

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico, di falda o sonoro.

Negli ultimi anni sono nate procedure analitiche per la valutazione del ciclo di vita (LCA) degli impianti fotovoltaici. Tali procedure sono riportate nelle ISO 14040-41-42-43.

Le strutture di sostegno dei pannelli sono rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea, e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione infissi. I materiali ferrosi ricavati vengono inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge. Per quanto attiene al ripristino del terreno non è necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in cls gettati in opera.

Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT vengono rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore. Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche vengono inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio. Le polifere ed i pozzetti elettrici vengono rimossi tramite scavo a sezione obbligata che è poi nuovamente riempito con il materiale di risulta. I manufatti estratti sono trattati come rifiuti ed inviati in discarica in accordo alle vigenti disposizioni normative di settore. Le colonnine prefabbricate di distribuzione elettrica saranno smantellate ed inviate anch'esse ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.



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

La recinzione in maglia metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno e i cancelli di accesso, viene rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il riciclaggio delle componenti metalliche. I pilastri in c.a. di supporto dei cancelli vengono demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi). La pavimentazione in pietrisco o altro materiale inerte, incoerente e permeabile, della strada perimetrale è rimossa tramite scavo superficiale e successivo smaltimento del materiale rimosso presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione. La superficie dello scavo viene raccordata e livellata col terreno circostante, e lasciata rinverdire naturalmente. In alternativa, si può procedere alla copertura del tracciato con terreno naturale seminato a prato polifita poliennale, in modo da garantire il rapido inerbimento e il ritorno allo stato naturale. La viabilità interna, inerbata e mantenuta allo stato naturale già durante l'esercizio dell'impianto, sarà lasciata inalterata.

Al momento della dismissione, in funzione delle future esigenze e dello stato di vita delle singole piante della siepe a mitigazione, esse potranno essere smaltite come sfalci, oppure mantenute in sito o cedute ad appositi vivai della zona per il riutilizzo.

La dismissione di un impianto fotovoltaico è un'operazione non entrata in uso comune data la capacità dell'impianto fotovoltaico a continuare nel proprio funzionamento di conversione dell'energia anche oltre la durata di venti anni.

Al termine della vita utile dell'impianto in progetto è previsto lo smantellamento delle strutture ed il ripristino del sito che potrà essere recuperato alla preesistente destinazione.

Pertanto tutti i componenti dell'impianto e gli associati lavori di realizzazione sono stati previsti per il raggiungimento di questo obiettivo.

La prima operazione consiste nella rimozione della recinzione e nella sistemazione del terreno smosso durante l'operazione (con particolare riferimento all'estrazione dei pali) alla morfologia originaria.

Il piano prevede lo smontaggio dei pannelli e il loro avvio alla filiera del riciclo/recupero.

In questa fase non si hanno ancora dati riguardo l'effettivo recupero/riciclo dei pannelli PV dismessi o a fine vita, in quanto gli impianti multimegawatt sono di relativamente giovane installazione, e nessuno di essi è giunto alla fase di decommissioning.

In linea del tutto generale, i pannelli a fine vita possono essere ritirati da ditte autorizzate al trasporto e al deposito e successivo trattamento dei RAEE o dei rifiuti speciali.

A seguito dell'entrata in vigore del D. Lgs 49/2014 in applicazione delle disposizioni di cui alla direttiva Europea 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche RAEE, i moduli fotovoltaici di impianti superiori a 10 kW sono considerati RAEE professionali.

Ogni produttore e importatore di materiale RAEE in Italia ed Europa è obbligato ad aderire ad un Consorzio per lo smaltimento dei rifiuti, ne deriva che per ogni prodotto immesso nel



mercato il suddetto produttore o importatore deve farsi carico fin dall'inizio dei costi di smaltimento.

Con l'entrata in vigore della richiamata norma ogni prodotto non appena viene immesso nel mercato viene pertanto codificato e tracciato e viene previsto ancora prima di iniziare il suo ciclo di vita come dovrà essere smaltito a fine vita.

Con l'attuale sistema il costo dello smaltimento viene trattenuto fin dalla "nascita del prodotto" ed è sostenuto dal produttore/importatore. Per tale motivo nel computo dei costi di dismissione non vengono considerati gli importi per il conferimento dei moduli fotovoltaici, in quanto tali importi sono inclusi nel costo del modulo medesimo. In fase di comunicazione di inizio lavori saranno forniti i dati identificativi dei consorzi di smaltimento a cui hanno aderito i produttori selezionati dalla committente.

Le operazioni che si possono concettualmente effettuare, al di là della loro operabilità pratica ed economica, sul sito di recupero/smaltimento sono:

- raggruppamento preliminare per categorie omogenee;
- operazioni manuali di smontaggio dei componenti recuperabili (cornice di alluminio, vetri di protezione) o riutilizzabili (cablaggi, connettori,...);
- avvio al recupero/riciclo delle componenti e parti ottenute;
- operazioni meccaniche (triturazione) delle parti non smontabili o separabili;
- selezione automatica e manuale dei materiali ottenuti;
- loro avvio alla successiva operazione di smaltimento o di recupero.

Durante le operazioni di smantellamento e ripristino del sito, i materiali saranno prevalentemente ritirati e portati direttamente fuori sito per le successive operazioni di recupero/riciclo o di smaltimento presso impianti terzi.

I quantitativi di materiali solidi che, per ragioni logistiche o contingenti, dovessero permanere sul sito, per periodi comunque limitati, saranno stoccati in aree separate e ben identificate e delimitate, prevedendo una adeguata sistemazione del terreno a seconda del materiale e delle sue caratteristiche.

Tutte le lavorazioni saranno sviluppate nel rispetto delle normative al momento vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori.

I mezzi che in questa fase della progettazione sono stati valutati al fine del loro probabile utilizzo per l'operazione di rimozione dell'impianto, possono essere i seguenti:

- pala gommata (4);
- ruspa/escavatore (6);
- bob-cat (10);



- automezzo dotato di gru (5);
- carrelloni trasporta mezzi meccanici (4);
- rullo compattatore (3);
- camion con cassone (10);
- martello pneumatico (6).

I tempi previsti per adempiere alla dismissione dell'intero impianto fotovoltaico sono di circa 3 mesi.

Alla fine delle operazioni di smantellamento, il sito verrà lasciato allo stato naturale e sarà spontaneamente rinverdito in poco tempo.

Date le caratteristiche del progetto, non resterà sul sito alcun tipo di struttura al termine della dismissione, né in superficie né nel sottosuolo.

La morfologia dei luoghi sarà alterata in fase di dismissione solo localmente, e principalmente in corrispondenza dei motori dei tracker e delle cabine di campo.

Infatti, mentre lo sfilamento dei pali di supporto dei pannelli avviene agevolmente grazie anche al loro esiguo diametro e peso, la rimozione della fondazione che supporta i motori tracker (in cls, di diametro circa 60 cm) potrebbe provocare un circoscritto sollevamento del terreno circostante. Analogamente, la rimozione del basamento in cls delle cabine comporta uno scavo e quindi una modifica locale alla morfologia, circoscritta ad un intorno ravvicinato del perimetro cabina.

Una volta livellate le parti di terreno interessate dallo smantellamento, si procederà ad aerare il terreno rivoltando le zolle del soprassuolo con mezzi meccanici. Tale procedura garantisce una buona aerazione del soprassuolo, e fornisce una aumentata superficie specifica per l'insediamento dei semi.

Sul terreno rivoltato sarà sparsa una miscela di sementi atte a favorire e potenziare la creazione del prato polifita spontaneo originario.

In tal modo, il rinverdimento spontaneo delle aree viene potenziato e ottimizzato.

Le parti di impianto già mantenute inerbite (viabilità interna, spazi tra le stringhe) nell'esercizio dell'impianto verranno lasciate allo stato attuale.

Il loro assetto già vegetato fungerà da raccordo e collegamento per il rinverdimento uniforme della superficie del campo dopo la dismissione.

Le caratteristiche del progetto già garantiscono il mantenimento della morfologia originaria dei luoghi, a meno di aggiustamenti puntuali.

Pertanto, dopo le operazioni di ripristino descritte, si prevede che il sito tornerà completamente allo stato ante operam nel giro di una stagione, ritrovando le stesse capacità e potenzialità di utilizzo e di coltura che aveva prima dell'installazione dell'impianto.