

**Progetto**  
**Impianto fotovoltaico ad inseguimento**  
**monoassiale presso Aquileia (UD)**

**Progetto Definitivo**

**Renantis Italia Srl**  
**C.F. e P.I. 10500140966**  
**Cap. Soc. € 10.000 int.vers**

**+39 02 24331**  
**renantis.com**  
**Via Alberto Falck, 4-16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)**  
**Sede legale: Corso Italia 3, 20122 Milano**

**PEC\_REL\_01\_A**

**Relazione generale**

COMMESSA				LIVELLO		AMB	ELAB.	NUM.	EMISSIONE	NOME FILE			SCALA
R	M	2	2	P	D	PEC	REL	01	A	RM22_PD_PEC_REL_01_A			-
REV.	DATA			REDAZIONE			VERIFICA			APPROVAZIONE	VERIFICATO	DESCRIZIONE	
0	24 marzo 2023			Ing. Luca Nigro Ing. Andrea De Pace			Ing. M. I. Gianviti			Ing. M. I. Gianviti		Consegna PD	
1													
2													
3													

**Sede di Roma**

Via Cristoforo Colombo, 149 - 00147  
 Roma (RM)  
 Tel. 06/45678571  
 Web page: [www.ambientesc.it](http://www.ambientesc.it)

**Altre sedi principali**

**Carrara (sede legale e operativa)** Via Frassina, 21 - 54033 Carrara (MS) -  
 Tel. 0585/855624 - Fax. 0585/855617  
**Firenze** Via di Soffiano, 15 - 50143 Firenze (FI) - Tel. 055/7399056 - Fax  
 055/7134442  
**Milano** Via Tibullo, 2 - 20151 Milano (MI) - Tel. 02/45473370  
**Taranto** Via Matera, km 598/l - 74014 Laterza (TA) - Mob. 347/1083531

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Scopo del documento .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Valenza dell'iniziativa .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Risparmio di combustibile.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Emissioni evitate.....</b>	<b>6</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Leggi e decreti.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Normativa generale .....	7
2.1.2 Sicurezza .....	7
<b>2.2 Norme tecniche sul fotovoltaico .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Altre norme tecniche sugli impianti elettrici .....	8
<b>2.3 Opere edili e strutturali .....</b>	<b>8</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Ubicazione del sito.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Definizione dell'area di intervento.....</b>	<b>10</b>
<b>4. INQUADRAMENTO URBANISTICO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. INQUADRAMENTO AMBIENTALE .....</b>	<b>14</b>
<b>5.1 Inquadramento Geologico .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2 Inquadramento Geotecnico .....</b>	<b>15</b>
5.2.1 Indagini geognostiche .....	15
<b>5.3 Analisi Sismica Zona Di Interesse .....</b>	<b>17</b>
<b>6. ANALISI VINCOLISTICA .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ANALISI DELLE INTERFERENZE .....</b>	<b>20</b>
<b>7.1 Interferenze nell'area dell'impianto .....</b>	<b>20</b>
<b>7.2 Interferenze del cavidotto.....</b>	<b>20</b>
<b>8. ASPETTI RELATIVI ALLA CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>22</b>
<b>8.1 Interferenze con la viabilità esistente .....</b>	<b>22</b>
<b>8.2 Viabilità di accesso alle aree di cantiere.....</b>	<b>23</b>
<b>8.3 Bilancio materiali da costruzione .....</b>	<b>23</b>
<b>8.4 Fornitura e stoccaggio dei materiali .....</b>	<b>24</b>
8.4.1 Inerti e Terre .....	24
8.4.2 Materiali in acciaio.....	24
8.4.3 Calcestruzzo .....	24
8.4.4 Conglomerato bituminoso .....	24
<b>8.5 Flussi di traffico.....</b>	<b>25</b>
<b>8.6 Criteri di progettazione dei cantieri .....</b>	<b>26</b>

8.6.1	Organizzazione delle aree tecniche .....	26
8.6.2	Preparazione delle aree .....	26
<b>8.7</b>	<b>Segnaletica cantiere stradale .....</b>	<b>26</b>
<b>8.8</b>	<b>Layout di cantiere .....</b>	<b>27</b>
8.8.1	Cantiere stradale del cavidotto.....	27
8.8.2	Cantiere impianto fotovoltaico .....	28
<b>9.</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>29</b>
<b>9.1</b>	<b>Criteri della progettazione .....</b>	<b>29</b>
9.1.1	Criterio di stima dell'energia prodotta .....	29
9.1.2	Criterio di verifica elettrica .....	30
<b>9.2</b>	<b>Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico .....</b>	<b>30</b>
9.2.1	Analisi della producibilità.....	30
9.2.2	Layout generale .....	33
<b>9.3</b>	<b>Componenti principali dell'impianto.....</b>	<b>35</b>
9.3.1	Moduli fotovoltaici.....	35
9.3.2	Inverter .....	36
<b>9.4</b>	<b>Strutture metalliche di supporto ed ancoraggio suolo dei moduli.....</b>	<b>37</b>
<b>9.5</b>	<b>Cablaggi .....</b>	<b>38</b>
<b>9.6</b>	<b>Cabine di campo .....</b>	<b>38</b>
<b>9.7</b>	<b>Trasformatore.....</b>	<b>38</b>
<b>9.8</b>	<b>Cabina di consegna .....</b>	<b>38</b>
<b>9.9</b>	<b>Allaccio Alla Rete .....</b>	<b>39</b>
<b>9.10</b>	<b>Cavidotti e canalizzazioni .....</b>	<b>41</b>
<b>9.11</b>	<b>Impianto antintrusione e di videosorveglianza .....</b>	<b>42</b>
<b>9.12</b>	<b>Sistema di monitoraggio e controllo da remoto.....</b>	<b>42</b>
<b>9.13</b>	<b>Stazione meteo .....</b>	<b>43</b>
<b>10.</b>	<b>DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI.....</b>	<b>45</b>
<b>10.1</b>	<b>Operazioni necessarie alla dismissione .....</b>	<b>45</b>
10.1.1	Rimozione dei pannelli fotovoltaici .....	45
10.1.2	Rimozione delle strutture di sostegno .....	45
10.1.3	Impianto ed attrezzature elettriche .....	46
10.1.4	Locali prefabbricati .....	46
10.1.5	Viabilità interna .....	46
10.1.6	Recinzione .....	46
<b>10.2</b>	<b>Stima dei costi di dismissione .....</b>	<b>47</b>

## **Indice delle Figure**

<i>Figura 3-1 - Ubicazione sito (fonte Google Earth).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3-2 - Estratto Carta Tecnica Regionale - Regione Friuli-Venezia Giulia .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3-3. Estratto da Geoportale Cartografico Catastale - Agenzia delle Entrate.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4-1. Zonizzazione comunale. Tavola T.B.2. e C_1 del PRG .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4-2. Vincoli archeologici e/o monumentali, architettonici e ambientali. Tavola T.B.2.e del PRG .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5-1. Tavola 23 del PRGC “Carta geologica formazionale, litologica e dei punti di indagine” .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5-2. Tavola 24 del PRGC “Carta della zonizzazione geologico-tecnica” .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5-3. Tavola 24 del PRGC “Stratigrafia risultate da prova penetrometrica dinamica DPM 01”.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7-1. Canalette .....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 7-2. Estratto della STMG.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8-1. Gestione del traffico nei cantieri stradali fissi .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8-2. Vista fotografica accesso cantiere.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8-3. Esempio cantiere stradale con limitazione della velocità con senso unico alternato a vista .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8-4. Layout cantiere stradale cavidotto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9-1 - Diagramma solare con fattori d'ombra.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 9-2. Diagramma delle perdite riferite alle caratteristiche dell'impianto .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9-3 - Produzione normalizzata (per kWp installato).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9-5 - Layout generale dell'impianto fotovoltaico.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9-6. Prima ipotesi di layout su aree con presenze archeologiche .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9-7. Tipologico della recinzione perimetrale.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9-8 - Caratteristiche pannello fotovoltaico .....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 9-9. Caratteristiche tecniche inverter .....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9-10. Sezione tipo struttura Tracker .....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 9-11. Planimetria cabina di consegna .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9-12. Percorso alternativo per la connessione alla rete.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 9-13. Tipologici di scavo per il passaggio dei cavidotti .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 9-14 – Esempio videocamera di sicurezza .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9-15. Caratteristiche del sistema di monitoraggio .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 9-16. Caratteristiche tecniche stazione meteo .....</i>	<i>44</i>

## **Indice delle Tabelle**

<i>Tabella 1-1. Calcolo del risparmio di combustibile .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 1-2. Stima delle emissioni evitate nell'arco della vita utile dell'impianto .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 5-1 Caratterizzazione geotecnica da zonizzazione.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 5-2 Zona sismica comune di Aquileia .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 5-3 Limiti di accelerazioni massime attese ag.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 5-4 Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.....</i>	<i>18</i>

---

*Relazione generale*

<i>Tabella 8-1 Quantità approvvigionamento materiali.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 8-2 Flussi medi giornalieri in ingresso .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 8-3 Flussi medi giornalieri in uscita .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 10-1. Analisi dei costi di dismissione .....</i>	<i>47</i>

# 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale dell'intervento di installazione a terra di un impianto fotovoltaico su superficie del terreno ubicato presso Strada San Zili – Casa Bianca ad Aquileia (UD).

La relazione ha lo scopo di descrivere tecnicamente gli interventi e le opere previste dal progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale di picco pari a 9989 kWp. L'impianto sarà costituito da pannelli fotovoltaici ad alto rendimento e strutture ad inseguimento solare, che permetteranno di ottenere un'alta capacità di produzione in rapporto alla superficie occupata. La potenza in immissione dell'impianto sarà di 7980 kWe per una produzione netta stimata di energia elettrica pari a 17094 MWh/anno.

Si fa presente che la progettazione è stata studiata facendo ricorso alle tecnologie ad oggi presenti e disponibili sul mercato. Considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione dell'impianto le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto, etc.) potranno non essere più disponibili sul mercato e quindi potranno essere impiegate nella realizzazione tecnologie disponibili e più all'avanguardia, lasciando invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto, sia in termini di potenza massima di produzione che di occupazione del suolo.

In generale, il ricorso alla produzione di energia da fonte rinnovabile, quale quella fotovoltaica, costituisce una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera provocate dalla produzione di energia elettrica mediante processi termici. Questo progetto apporterà infatti importanti benefici ambientali sia in termini di mancate emissioni di inquinanti che di risparmio di combustibile: l'impianto consentirà di evitare l'emissione di circa 4452 t/anno di anidride carbonica.

L'impatto ambientale della tecnologia fotovoltaica è ridotto ed è legato alla sola fase produttiva dei supporti: la costruzione dei moduli, infatti, richiede l'uso di tecnologie convenzionali poco inquinanti e la spesa di energia vale, alle latitudini meridionali, meno del 10% dell'energia prodotta nella loro vita utile. L'esercizio degli impianti fotovoltaici, tuttavia, non dà origine ad alcun tipo di emissione ed il loro "decommissioning" (dopo 30 - 35 anni di esercizio) non presenta particolari problemi.

A differenza di altre fonti rinnovabili, il fotovoltaico beneficia inoltre della indipendenza del luogo di installazione rispetto alla fonte di energia: seppur in misura variabile, sulla superficie terrestre l'irraggiamento solare arriva ovunque, la fonte eolica e quella idroelettrica sono invece limitate a porzioni specifiche del territorio, laddove tali risorse si concentrano in misura idonea ad essere sfruttate, mentre la biomassa va coltivata in situ o comunque trasportata. Da ciò discende un ulteriore vantaggio del fotovoltaico: tali impianti sono gli unici idonei ad applicazioni di tipo locale, sono modulari e possono risolvere ovunque fabbisogni, capaci anche di alimentare autonomamente utenze isolate distanti dalla rete elettrica o protette da vincoli, tipo parchi naturali, isole, etc.

## 1.1 Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è illustrare tecnicamente l'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 9989 kWp, con potenza massima in immissione di circa 7980 kW, da realizzarsi presso il terreno di Strada San Zili – Casa Bianca, Aquileia (UD). L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete per l'utilizzo in comunità energetica, con allaccio in media tensione in modalità trifase.

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalle norme di settore. Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro, sarà naturalmente rispettato quanto prescritto dal Testo unico sulla Sicurezza D.Lgs. 81/08.

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le sue componenti, saranno in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare saranno conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Gestore di Rete e della Società Distributrice dell'energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

A fine vita dell'impianto, termine legato principalmente all'efficienza dei pannelli solari che attualmente riescono a garantire che i costi di gestione dell'impianto siano significativamente inferiori ai ricavi per un periodo di tempo di circa 30 - 35 anni, l'impianto sarà smaltito secondo Normativa (prevalentemente avviato a recupero presso centri specializzati) ed i luoghi saranno ripristinati come allo stato ante operam.

## 1.2 Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto oggetto della presente progettazione si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettonico-paesaggistiche e di tutela ambientale (ad es. impatto visivo);
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di "Energia Verde" e allo "Sviluppo Sostenibile" invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

## 1.3 Risparmio di combustibile

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) risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Utilizzando dati da simulazione PVsyst, la produzione del primo anno pari a 17.094 MWh e la perdita di efficienza annuale a 0.9 %, tenendo conto della vita media dell'impianto (circa 30 anni), si può ottenere una produzione di energia pari a 451.192 GWh.

Pertanto, considerando un fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria di 0.187, l'impianto evita il consumo annuo di 3196.58 T.E.P., che per la vita media dell'impianto fissata in 30 anni corrisponde a 84372.98 T.E.P. di consumi evitati.

**Tabella 1-1. Calcolo del risparmio di combustibile**

Risparmio di combustibile		
Coeff. Conversione in TEP	TEP/MWh	0.187
TEP risparmiate annue	TEP	3196.58
TEP risparmiate in 30 anni	TEP	84372.98

## 1.4 Emissioni evitate

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra, quali CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e polveri:

**Tabella 1-2. Stima delle emissioni evitate nell'arco della vita utile dell'impianto**

Emissioni		CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri sottili
<i>Emissioni specifiche</i>	g/kWh	260.50	0.05	0.21	0.09
<i>Emissioni risparmiate annue</i>	t	4452.99	0.78	3.51	1.54
<i>Emissioni risparmiate in 30 anni</i>	t	117535.62	20.53	92.66	40.70

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere e gli impianti la cui realizzazione segue al presente progetto saranno realizzati in conformità alle vigenti Leggi/Normative, tra le quali di seguito sono elencate le principali.

L'elenco normativo che segue è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; i riferimenti dati possono non essere esaustivi. Ulteriori eventuali disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, sono da considerarsi applicati.

### 2.1 Leggi e decreti

#### 2.1.1 Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006:** "Norme in materia ambientale" (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n. 96) e ss.mm.ii;

**Decreto Legislativo n. 49 del 14/03/2014,** "Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)" e e ss.mm.ii.;

**Art. 40 del D.lgs. 49/2014:** Istruzioni operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici incentivati

**D.M. 5 maggio 2021 e D.M. 5 luglio 2012:** Definizione e verifica dei requisiti dei "Sistemi o consorzi per il recupero e il riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita" in attuazione delle "Regole applicative per il riconoscimento delle tariffe incentivanti"

**Decreto Legislativo n. 199 del 08-11-2021:** Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto Legislativo n. 17 del 01-03-2022 coordinato con la legge di conversione 27 aprile 2022, n. 34:** Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.

#### 2.1.2 Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza):** misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

**DECRETO LEGISLATIVO 3 agosto 2009, n. 106:** Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### 2.2 Norme tecniche sul fotovoltaico

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

- CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- CEI EN 50530 (CEI 82-35):** rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
- CEI 20-91:** cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

### 2.2.1 Altre norme tecniche sugli impianti elettrici

- CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).
- Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

### 2.3 Opere edili e strutturali

- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G.U. 21 marzo 1974 n. 76):** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”. Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche - 1981.
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8):** “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 Suppl. Ord. n.5):** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio” - EN 1993-1-1.**
- Eurocodice 7 - “Progettazione geotecnica” - EN 1997-1:** per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

#### 3.1 Ubicazione del sito

Il sito di interesse è ubicato ad Aquileia presso Strada San Zili – Casa Bianca (zona Colombara), a circa 1.5 km in linea d'aria in direzione Nord-Est dal centro cittadino.

Il sito presenta una superficie complessiva pari a circa 210.000 mq e si inserisce in un contesto periferico residenziale, produttivo e rurale.

Si riporta nelle immagini a seguire l'ubicazione del sito e un estratto della Carta tecnica regionale dei dati territoriali della Regione Friuli con indicazione dell'area di interesse per il presente documento.

In rosso nella figura sottostante è riportato il percorso del cavidotto interrato per il collegamento della cabina di consegna alla cabina primaria esistente per l'allaccio alla rete.



**Figura 3-1 - Ubicazione sito (fonte Google Earth)**



## 4. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il comune di Aquileia è dotato di Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) che ad oggi vede adottata, con deliberazione del consiglio comunale n. 31 del 26.11.2008, la variante generale n. 18 e con deliberazione del consiglio comunale n. 20 del 13.07.2017 è stata approvata la variante puntuale n.22.

Il PRGC disciplina l'assetto e l'uso del territorio del comune di Aquileia ed è organizzato su due livelli.

- il livello strutturale, che ha solo la valenza di conformazione generale dell'assetto del territorio e disegna la prospettiva di suo sviluppo nel medio-lungo termine (Tav. T.B.2.b);
- il livello operativo, che ha la valenza di conformazione delle singole proprietà (Tav. T.B.2.c, T.B.2.f e Tav. T.B.2.d per le dotazioni territoriali); ha valore a tempo indeterminato ed è attuato mediante intervento diretto o piano attuativo.

La tavola T.B.2.b (in scala 1: 12.500) ha un contenuto di orientamento ed indirizzo per l'assetto del territorio, non prescrittivo per la proprietà, per quanto non ripreso nelle tavole di zonizzazione, ovvero le tavole T.B.2.c, rappresentanti la zonizzazione (in scala 1: 5.000 e 1: 2.500) aventi invece valore prescrittivo.

Il PRGC suddivide il territorio comunale in zone omogenee, quali:

- zona omogenea A, relativa ai centri storici urbani e ai borghi storici rurali e all'area archeologico-monumentale della città di Aquileia;
- zona omogenea B, relativa all'edilizia residenziale di completamento;
- zona omogenea C, relativa all'edilizia residenziale di espansione;
- zona omogenea D, relativa agli insediamenti industriali ed artigianali;
- zona omogenea E, relativa alle zone destinate ad usi agricoli e forestali;
- zona omogenea F, relativa alla tutela ambientale;
- zona omogenea G, relativa alle attività turistiche e ricettivo-complementari
- zona omogenea L1, relativa alle attività portuali;
- zona omogenea S, relativa a servizi ed attrezzature collettive.

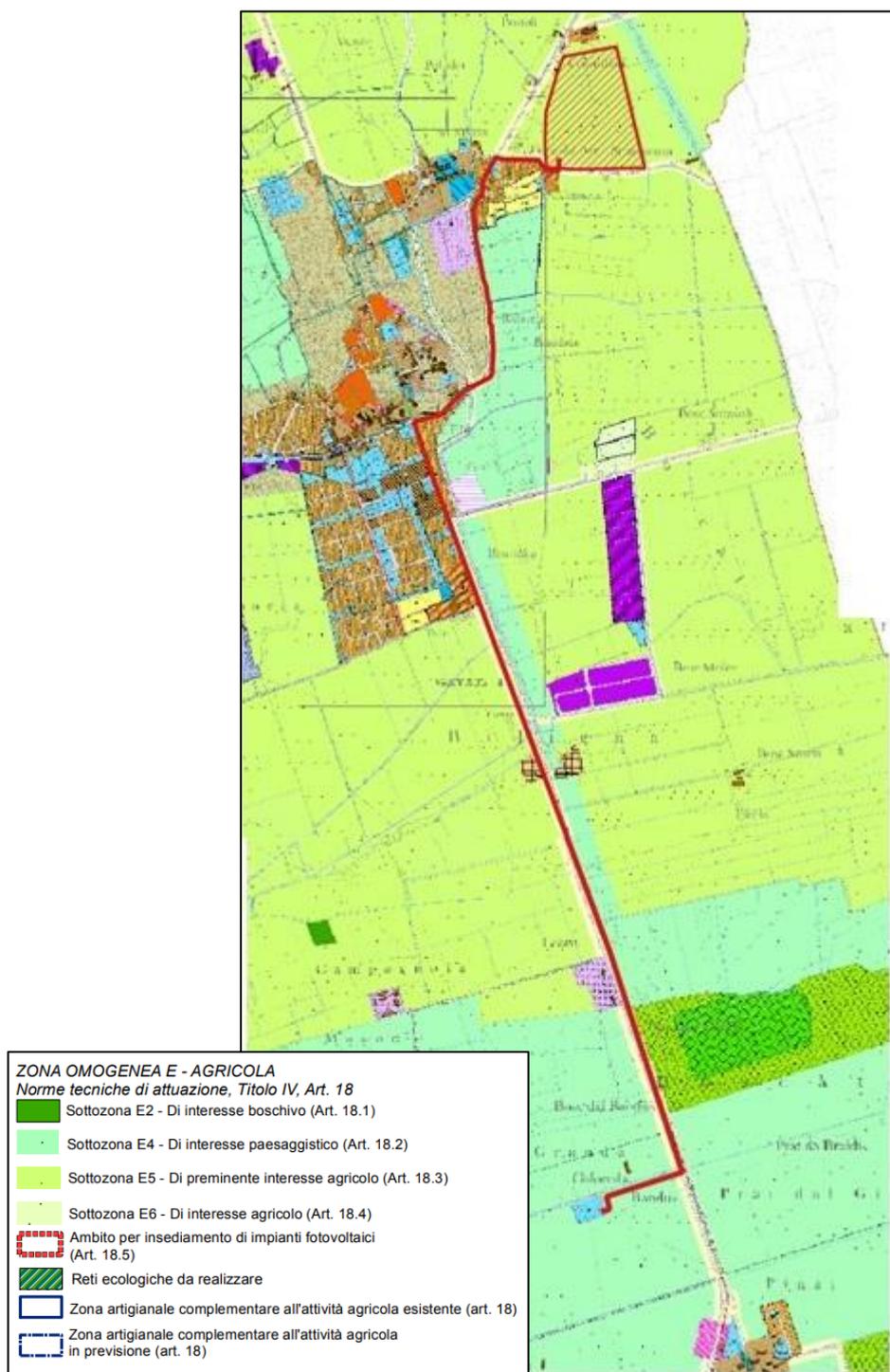
Dalla tavola T.B.2.C\_1 e T.B.2.C\_2 di zonizzazione comunale, e come mostrato nello stralcio cartografico sottostante, si evince che l'area interessata dall'intervento in esame ricade in corrispondenza di **Zone omogenee E-Agricola**, e nello specifico nella **sottozona E5 – di preliminare interesse agricolo**.

Tali aree sono definite nelle Norme tecniche di Attuazione (NTA) del Piano come *"ambiti di interesse agricolo, caratterizzati dalla presenza prevalente di aree coltivate a seminativo, ma spesso intercalate da colture legnose di tipo viticolo o frutticolo."* per le quali gli obiettivi di piano prevedono *"il mantenimento e lo sviluppo dell'attività agricola nel territorio comunale come importante fonte di reddito e fondamentale presidio per la conservazione dei tradizionali valori rurali del territorio stesso."*

In particolare, così come stabilito dall'articolo 18 comma 3 delle NTA, per la sottozona 5 sono ammessi i seguenti interventi:

*"f) sono consentiti e, per quanto possibile favoriti, interventi di potenziamento delle formazioni vegetali quali siepi e filari e fasce alberate lungo strade capezzagne, corsi d'acqua, fossi e confini di proprietà."*

Nonostante il progetto in esame non ricada all'interno dell'area individuata dal PRGC per la costruzione di impianti fotovoltaici (*"Ambito per insediamento di impianti fotovoltaici"* – Art 18.5), si precisa che non sono previste specifiche indicazioni in merito alla realizzazione di tali opere come quello oggetto del presente studio.



**Figura 4-1. Zonizzazione comunale. Tavola T.B.2. e C\_1 del PRG**

Per quanto riguarda il cavidotto, esso attraversa anche la sottozona E4 – di interesse paesaggistico.

Tra le tavole avente carattere prescrittivo rientra anche la tavola T.B.2.e in cui son rappresentati i vincoli archeologici e/o monumentali, architettonici e ambientali.

Come si evince dallo stralcio cartografico sotto riportato l'area interessata dagli interventi ricade in corrispondenza dei vincoli così come individuati dalla tavola T.B.2.e., quali:

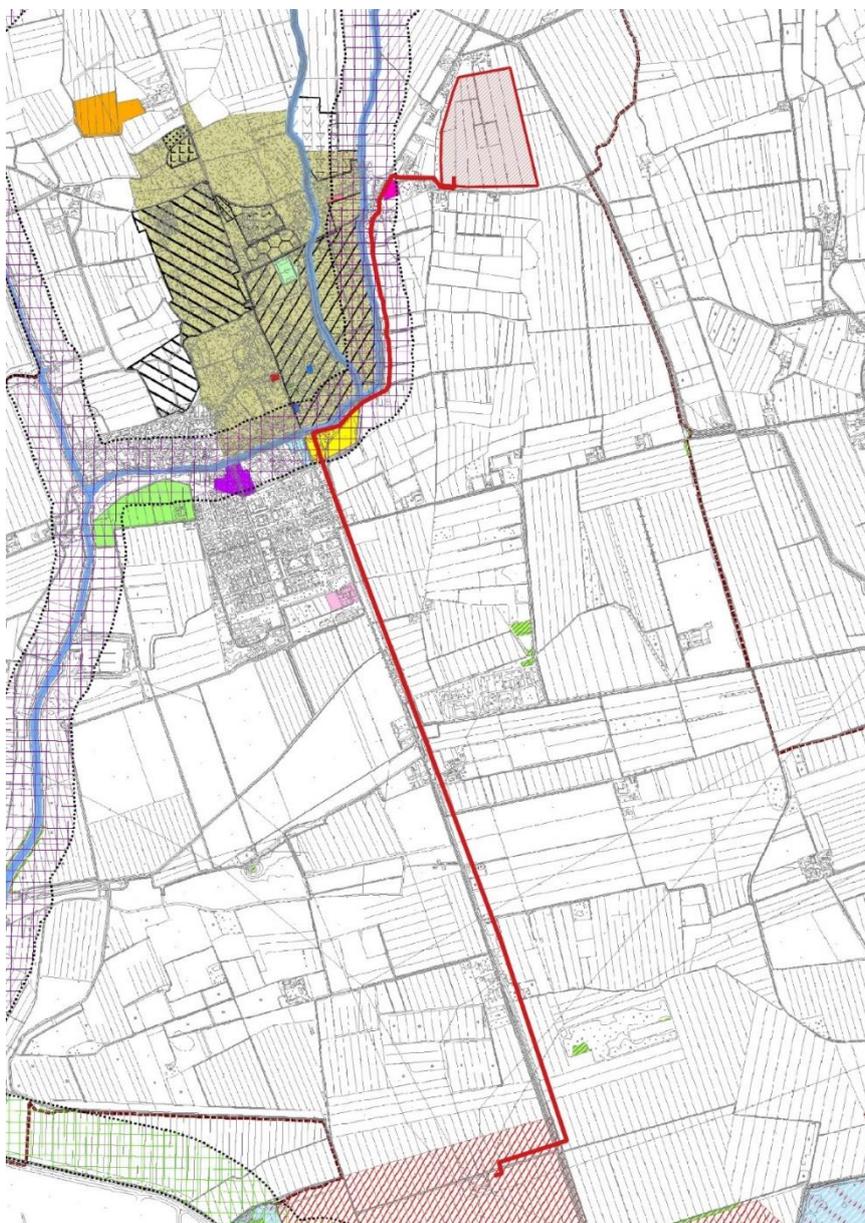
Vicoli ambientali:

- fascia di vincolo paesaggistico fluviale D.Lgs 42/2004;

- Belvedere

Vicoli archeologici e monumentali

- zona di interesse archeologico "Basilica di San Felice"



**Vincoli archeologici e/o monumentali** **A1** in T.B.2.c

- 1 - Vincolo del 1931
- 2 - Vincolo "monumentale" del 1962
- 3 - Vincolo del 1970
- 4 - Vincolo "monumentale" del 1956
- 5 - Vincolo Pontin S. del 1971
- 7 - Vincolo Panigai del 1939
- 8 - Vincolo S. Stefano del 1939

- 9 - Vincolo Miceu/Girardi del 1971
- 10 - Vincolo di Folla Giusto del 1966
- 11 - Vincolo Fondi Ritter del 1972
- 12 - Vincolo Stocco Emilio del 1966
- 13 - Vincolo Ex Moro del 1966
- 14 - Vincolo Ex Cassis del 1966
- 15 - Vincolo Campo Sportivo del 1965

- 16 - Vincolo Fonzari del 1968
- 17 - Vincolo di S. Felice del 1968
- 18 - Vincolo P.E.E.P. Zona 167 del 1977
- 19 - Vincolo "Piccole terme" del 1968
- 20 - Vincolo f.lli Bandiera del 1965
- 21 - Vincolo Fondo Tullio
- 22 - Vincolo presso Villa Raspa

**Vincoli ambientali** **C1** in T.B.2.c

- 1 - Belvedere
- 2 - Monastero: Parco Ritter
- 3 - SIC Laguna di Grado e Marano
- Prati stabili naturali ai sensi della L.R. 9/2005
- Fascia di vincolo paesaggistico fluviale D. Lgs. 42/2004
- Fascia di vincolo paesaggistico costiero D. Lgs. 42/2004
- Acque pubbliche ai sensi del D.P.R. 11 ottobre 1982

**Figura 4-2. Vincoli archeologici e/o monumentali, architettonici e ambientali. Tavola T.B.2.e del PRG**

## 5. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

### 5.1 Inquadramento Geologico

Nell'area aquileiese si riconoscono due grandi aree

- una formazione quaternaria costituita da terreni spesso organici sovrastanti depositi fluviali e di fondo lagunare (zona peri lagunare di bonifica); tale facies in cui predomina la frazione granulometrica più fine, interessa tutta la fascia occidentale del territorio comunale; la copertura superficiale è costituita da un terreno agricolo di natura limo-argillosa di potenza sub metrica localmente ferrettizzato, al di sotto del quale si riconoscono termini di fondo lagunare contraddistinti da ritmiche alternanze di livelli limo argillosi e sabbiosi in cui si evidenziano abbondanti resti algali; sono inoltre presenti livelli torbosi. I depositi lagunari sono spesso riconoscibili per la colorazione grigia, dovuta all'abbondante presenza di sostanza organica rilasciata in ambiente riducente.
- una formazione quaternaria costituita da depositi di natura prevalentemente calcareo dolomitica; occupa la restante parte del territorio comunale e si estende, pertanto, in sinistra Natissa. La granulometria dei sedimenti spazia dalle sabbie grossolane o ghiaie fini alle argille. I depositi sono il risultato dell'azione fluviale combinata del sistema Isonzo-Torre.

A seguito dello studio geologico - tecnico a corredo della variante generale al PRG di Aquileia l'area oggetto di studio ricade all'interno delle aree nella quale prevalgono i seguenti litotipi:

- *sedimenti prevalentemente limo-argillosi con ghiaie e sabbie (MSG);*
- *sedimenti prevalentemente limo-argillosi con sabbie (MS);*

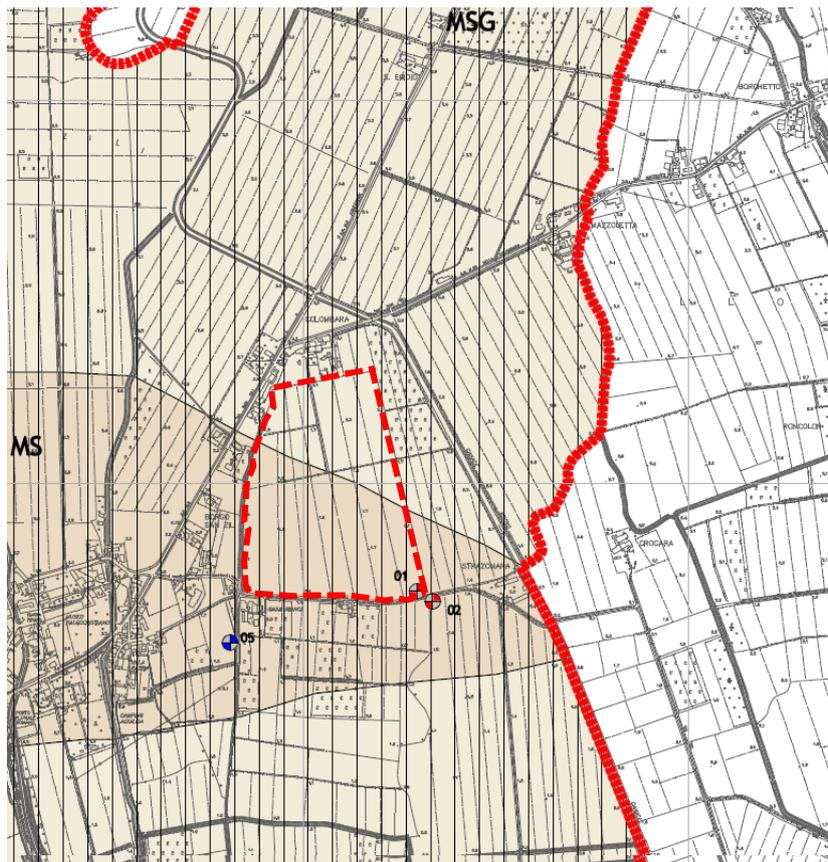


Figura 5-1. Tavola 23 del PRGC “Carta geologica formazionale, litologica e dei punti di indagine”

## 5.2 Inquadramento Geotecnico

### 5.2.1 Indagini geognostiche

La caratterizzazione geotecnica utilizzata in questa fase si avvale delle indagini svolte nell'ambito del PRGC realizzate in cinque prove penetrometriche dinamiche medie di tipo continuo (strumento Pagani DPM 30) distribuite in corrispondenza delle aree del comune di Aquileia ad integrazione di prove penetrometriche già svolte in fase precedente e indicate nella relazione di "Studio geologico-tecnico a corredo della variante generale al Piano Regolatore Comunale del comune di Aquileia". Consistenti in un numero di diciassette prove penetrometriche continue utilizzando uno strumento Sunda DL 030, con massa battente di 30 kg. Le indagini relative al sito in esame fanno parte di:

- *Zona di espansione delle attività produttive miste*, in località Beligna (3 prove DPM spinte a 5 e 4,5 m di profondità).

Viene quindi definita una zonizzazione a partire dalle relative litologie principali, necessaria per definire le aree con caratteristiche meccaniche omogenee. Tenendo in considerazione che i terreni presentano un livello di impregnazione d'acqua prossimo al piano campagna.

**MS** - *Sedimenti prevalentemente limo-argillosi, con sabbie subordinate*, in cui è prevalente l'associazione litologica costituita da:

- argilla limosa/limo argilloso
- limo
- limo sabbioso

I termini fini prevalenti si presentano poco consistenti o in alcuni casi privi di consistenza, caratterizzati da valori prossimi al limite di liquidità; terreni ad alta comprimibilità; si evidenzia un miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità per la maggiore presenza di frazioni sabbiose. Sedimenti a SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE. Zonizzazione: litofacies a cui corrispondono le condizioni geomeccaniche gravose, **Z5-6**.

**MSG** - *Sedimenti prevalentemente limo-argillosi, con ghiaie e sabbie subordinate*, in cui è prevalente l'associazione litologica costituita da:

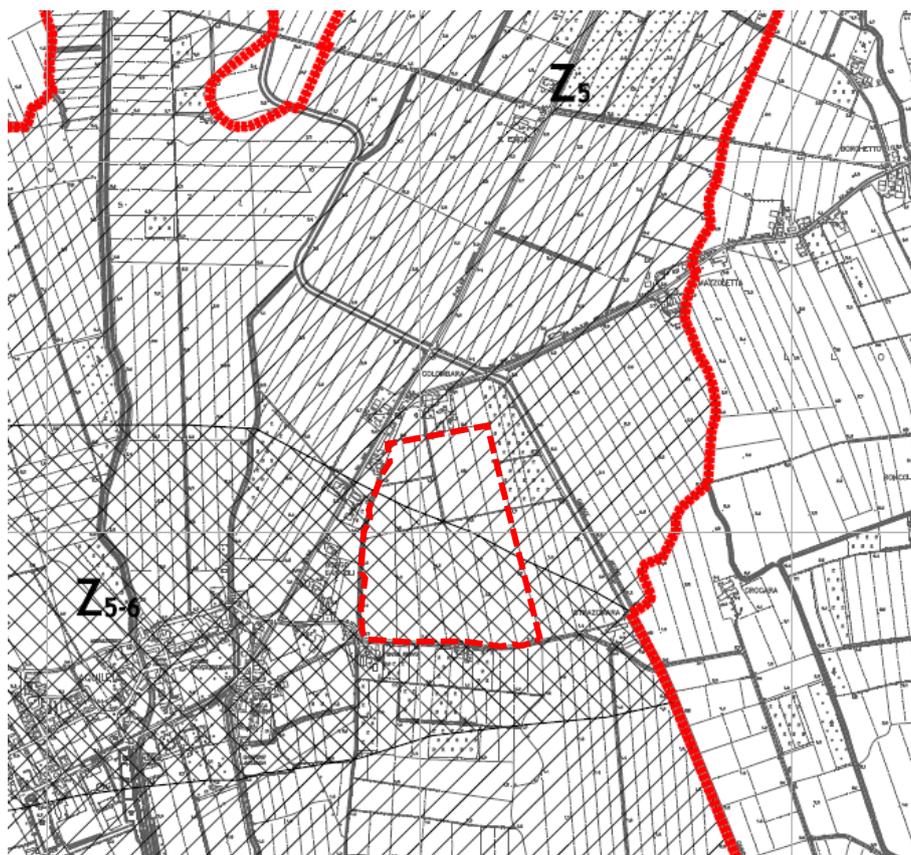
- limo/limo argilloso
- sabbia debolmente ghiaiosa
- sabbia e ghiaia

I termini fini prevalenti si presentano poco consistenti, a comportamento fluido plastico; si evidenzia un miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità per la maggiore presenza di frazioni più grossolane. Sedimenti a SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.

Zonizzazione: litofacies a cui corrispondono condizioni geomeccaniche scadenti; **Z5**.

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ ( $^{\circ}$ )	$c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_d$ (MN/m <sup>2</sup> )	Classe litologica
argilla limosa	17.20	-	12	1.7	C10/C11
limo argilloso	17.30	15	15	3.3	C10
limo	17.40	18	10	3.5	C10
limo sabbioso	17.50	22	10	3.8	C9
sabbia debolmente ghiaiosa	17.70	34	-	7.5	C9
sabbia e ghiaia	18.10	36	-	8.0	C9

**Tabella 5-1 Caratterizzazione geotecnica da zonizzazione**



**Figura 5-2. Tavola 24 del PRGC “Carta della zonizzazione geologico-tecnica”**

Dall’indagine penetrometrica DPM 01 svolta al confine Sud del sito si determina una stratigrafia preliminare.

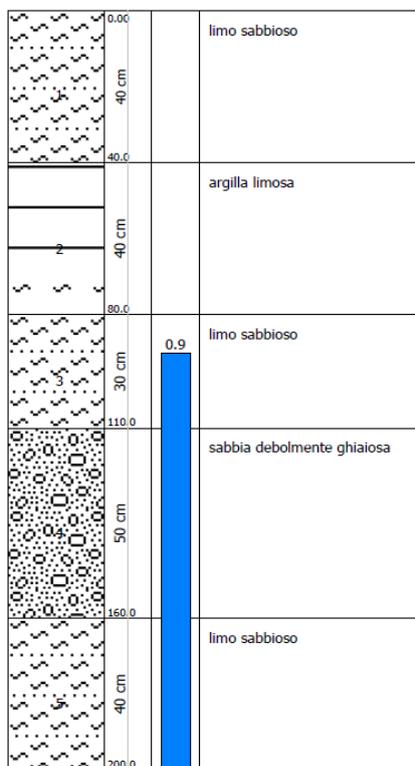


Figura 5-3. Tavola 24 del PRGC "Stratigrafia risultate da prova penetrometrica dinamica DPM 01"

### 5.3 Analisi Sismica Zona Di Interesse

Nella presente relazione ci limiteremo ad individuare, sulla base della conoscenza del comportamento sismico dei terreni (analisi di letteratura e dati di prove), la zona sismica del sito, la categoria sismica del sottosuolo, rimandando alle successive fasi progettuali l'esecuzione di opportune indagini sismiche più dettagliate.

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Aquileia, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale del Friuli-Venezia Giulia n. 845 del 6 maggio 2010 (BUR n. 20 del 19 maggio 2010).

Zona sismica 3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.
-------------------	---

Tabella 5-2 Zona sismica comune di Aquileia

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	È la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982

Tabella 5-3 Limiti di accelerazioni massime attese  $a_g$ 

Nel territorio comunale di Aquileia, per un tempo di ritorno pari a 475 anni, le accelerazioni massime attese, in condizioni di campo libero, variano da un minimo di 0.08g ad un massimo di 0.125g, distribuite secondo fasce che risultano parallele all'arco costiero e crescenti spostandosi verso nord. Alla luce dei profili stratigrafici desunti dai pozzi disponibili, si può affermare che, indicativamente, il territorio comunale presenta terreni ricadenti nelle categorie C o, in subordine, D.

## Relazione generale

Categoria	Descrizione
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<b>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</b> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

**Tabella 5-4** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

## 6. ANALISI VINCOLISTICA

Per quanto attiene al rapporto intercorrente tra l'impianto in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele con riferimento all'impianto in progetto si evidenzia quanto segue:

- Beni culturali di cui alla Parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi

Non si evidenzia alcuna interferenza diretta con i territori gravati da tale vincolo.

- Beni paesaggistici di cui alla Parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi
  - Il cavidotto in progetto interferisce con la zona di interesse archeologico della “**Basilica di San felice**” tutelata ai sensi dell'art 142 lett m) del D.Lgs 42/2004.
  - Per quanto riguarda la presenza del sito UNESCO si specifica che le opere in progetto **non interferiscono con il sito UNESCO**.
  - **fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna** (art 142 lett c) del D.Lgs 42/2004)
  - **Zone Centenara, San Marco e area limitrofa nella frazione Belvedere (D.M. 4 luglio 1966)** areali occupati dai Beni individuati con provvedimento ministeriale o regionale di dichiarazione di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. n. 42 del 2004.
- Aree protette così come definite dalla L n. 394/1991

Non si evidenzia alcuna interferenza diretta con Aree protette.

- Vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923

Non si evidenzia alcuna interferenza diretta con i territori gravati da tale vincolo.

## 7. ANALISI DELLE INTERFERENZE

### 7.1 Interferenze nell'area dell'impianto

Perimetralmente all'area dell'impianto sono presenti dei canali di scolo dell'acqua utilizzata per l'irrigazione dei terreni agricoli. Per evitare interferenze con i suddetti canali si prevederà il posizionamento del generatore fotovoltaico ad una distanza minima di 10 m.

Inoltre, all'interno del campo destinato all'installazione dei pannelli fotovoltaici è presente un sistema di fossi di scolo che percorrono trasversalmente l'intera area. Per quanto riguarda i fossi di scolo che corrono trasversalmente l'area in esame, verranno ridisegnati armonizzandoli con il contesto progettuale.



*Figura 7-1. Canalette*

### 7.2 Interferenze del cavidotto

In prossimità del sito come da STMG di E-distribuzione si rileva l'interferenza con cavi di MT interrati esistenti come evidenziato nell'immagine sottostante. Il nuovo cavidotto sarà distante 2 m dalle linee elettriche esistenti per evitare interferenza.

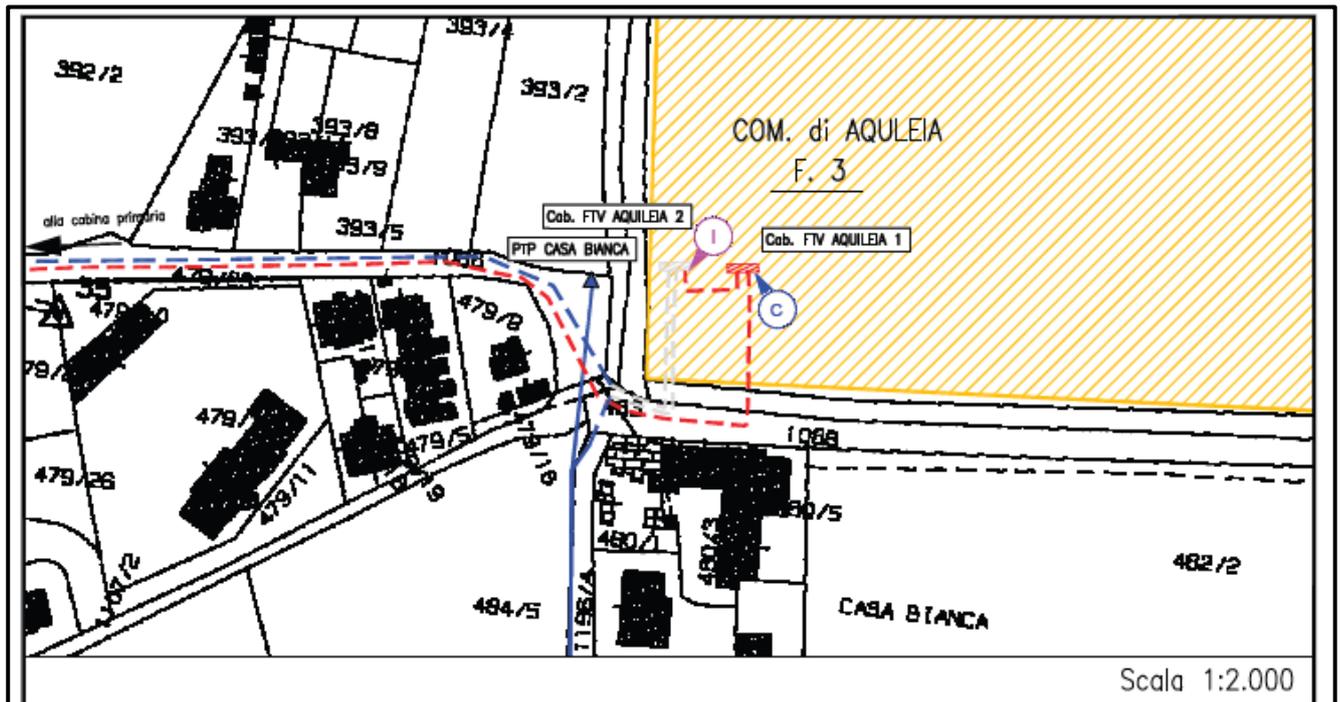


Figura 7-2. Estratto della STMG

Per quanto concerne eventuali interferenze riscontrate durante la fase operativa tra il cavidotto e sotto-servizi esistenti saranno valutati in fase realizzativa dell'opera rispettando le prescrizioni a seconda del tipo di interferenza.

## 8. ASPETTI RELATIVI ALLA CANTIERIZZAZIONE

Le attività di cantiere consistono nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico e relative opere di connessione alla rete. Si possono dividere in due macroaree: quella di posa in opera dell'impianto, comprensiva di pannelli, strutture e cabine prefabbricate e quella di realizzazione del cavidotto interrato necessario per la connessione alla cabina Enel posta a sud del sito.

L'area di impianto fotovoltaico prevede la posa in opera di pannelli fotovoltaici con strutture di supporto stile "Tracker" in acciaio adeguatamente dimensionate, infisse nel terreno tramite pali dello stesso materiale. Ulteriori opere rilevanti prevedono il posizionamento di cabine prefabbricate per la trasformazione da BT a MT su platee realizzate in opera.

Il progetto sarà affiancato da opere a verde con movimentazione e trasporto di terre sia tra i filari che esternamente alla recinzione dell'impianto perimetrale. Sono inoltre previste opere per la viabilità di connessione interne all'impianto necessarie per la manutenzione.

### 8.1 Interferenze con la viabilità esistente

I lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto prevedono alcune attività interferenti con la viabilità pubblica esistente principalmente dovute al cantiere stradale necessario per il cavidotto.

L'accesso al cantiere del campo fotovoltaico avviene tramite il tratto via Località San Zili posto al confine Sud del perimetro connesso alla viabilità extraurbana di Via Gemina ad Ovest, di connessione con Aquileia e la frazione Villa Vicentina del comune di Fiumicello. Per il cantiere lineare del cavidotto si evidenzia la necessità di gestire transitoriamente a senso unico alternato alcuni tratti del percorso. Entrambi i cantieri sono di tipo stradale fisso in quanto non subiscono spostamenti nell'arco di mezza giornata.

Le interferenze del cantiere rispetto la viabilità pubblica esistente risultano dipendenti dalla tipologia di strada e dalla distanza tra il bordo del cantiere e la linea di margine della carreggiata, al variare della dimensione verranno adottate diverse tipologie di strettoia e di senso unico alternato.

In prima analisi, tenendo conto delle dimensioni necessarie per il cantiere, lungo il tratto del cavidotto, risultano soggette a strettoia con senso unico alternato le strade locali a doppio senso di marcia con unica corsia tra le quali: Località S. Zili, Via rosa Rosemberg e Via Borgo S. Felice.

Mentre risultano da verificare la possibilità di adottare un restringimento della carreggiata per il tratto su Via Gemina e lungo la strada SR 352 nel caso in cui la distanza risulti maggiore di 5,60 m. Si rimanda ad uno stato di progettazione di maggior dettaglio per la definizione dell'esatta tipologia di senso unico alternato e quindi della definizione dell'interferenza stradale, così come dell'esatta larghezza del cantiere, della quale in seguito se ne propone un layout tipologico.

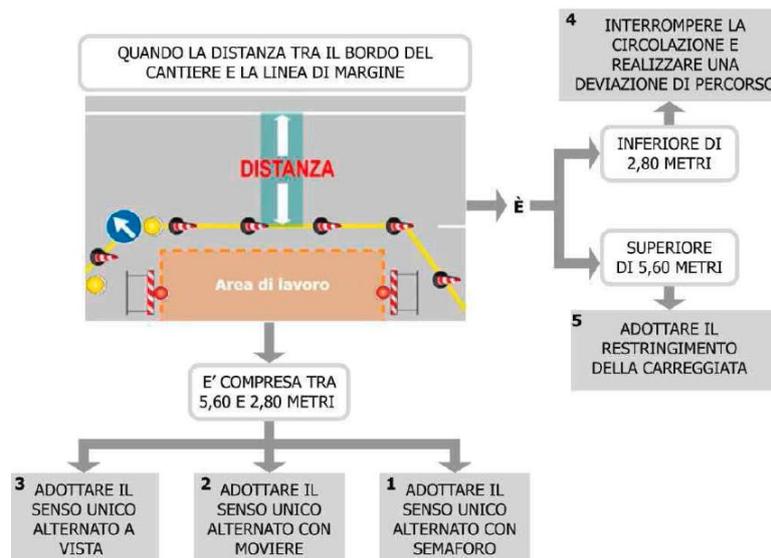


Figura 8-1. Gestione del traffico nei cantieri stradali fissi

I semafori vanno impiegati quando non è possibile ricorrere ai sistemi con il traffico alternato a vista e/o con uso dei movieri per la lunghezza della strettoia o a causa della non visibilità reciproca tra le due estremità della strettoia stessa. I due semafori possono essere comandati a mano o con il funzionamento automatico. Fuori dai centri abitati l'impianto semaforico deve essere preceduto dal segnale di pericolo temporaneo semaforo. Il semaforo va posto sul lato destro della Carreggiata.

## 8.2 Viabilità di accesso alle aree di cantiere

Il raggiungimento delle aree di cantiere avverrà dalle viabilità esistenti nel perimetro Sud che sarà utilizzata ad opera compiuta anche come ingresso all'area fotovoltaico. In fase di cantiere viene prevista un'opera di connessione stradale tra il terreno e la strada urbana preesistente a causa di canalizzazioni esistenti come è evidenziato nell'immagine sottostante. Gli aspetti costruttivi dell'opera verranno indagati ad una fase di progetto più di dettaglio nella quale si terrà conto: delle portate del canale e conseguente diametro della tubazione e a seguito delle indagini geotecniche specifiche.

All'area di cantiere avranno accesso solo ed esclusivamente i mezzi autorizzati per le lavorazioni, movimenti terre, per il trasporto di persone, per l'approvvigionamento di materiali. L'accesso ai cantieri dovrà essere facilmente individuabile mediante l'utilizzo di cartelli e segnalazioni stradali, nell'intento di ridurre al minimo l'impatto legato alla circolazione dei mezzi sulla viabilità.

Occorre intensificare e predisporre un'accurata segnaletica stradale in modo da rendere il percorso facilmente individuabile dagli autisti dei mezzi di cantiere evitando indecisioni e favorendo, in tal modo, la sicurezza e la scorrevolezza del traffico veicolare.



**Figura 8-2. Vista fotografica accesso cantiere**

## 8.3 Bilancio materiali da costruzione

I materiali principali (dal punto di vista quantitativo) coinvolti nella realizzazione delle opere oggetto dell'appalto sono costituiti da:

- Pannelli fotovoltaici
- Acciaio da costruzione per Tracker e recinzioni metalliche
- Terre da scavo e demolizioni in uscita ed in ingresso al cantiere
- Inerti per rilevati e riempimenti in ingresso al cantiere
- Calcestruzzo in ingresso al cantiere

Di seguito si sintetizzano i volumi dei materiali principali da movimentare. I volumi delle terre riportati nella seguente tabella sono da intendersi in banco (coefficiente moltiplicativo per il passaggio da banco a mucchio è stimabile pari a 1,35).

MATERIALE	Quantità
Approvvigionamento pannelli fotovoltaici	1272.24 mc (n. 17'524)
Fabbisogno inerti per rilevati, riempimenti	2800 mc
Approvvigionamento calcestruzzo	28 mc
Approvvigionamento acciaio	1235 ton
Movimentazione complessiva terre	6318 mc
Approvvigionamento conglomerato bituminoso	240 mc

**Tabella 8-1 Quantità approvvigionamento materiali**

## 8.4 Fornitura e stoccaggio dei materiali

### 8.4.1 Inerti e Terre

Al fine di gestire i volumi di terre e rocce da scavo coinvolti nella realizzazione dell'opera, viene definita nell'ambito della cantierizzazione, un'area di stoccaggio dislocata in posizione strategica rispetto alle aree di scavo da destinare alle terre che potranno essere riutilizzate qualora idonee. I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- Terreno derivante da scavi entro il perimetro dell'impianto fotovoltaico;
- Terreno derivante da scavi a lato o sul manto stradale per la posa del cavidotto di collegamento alla stazione elettrica;

Le terre provenienti dalla posa in opera del cavidotto verranno quindi stoccate all'interno del terreno dell'impianto. In funzione degli esiti degli accertamenti analitici, le terre e rocce risultate conformi alle CSC sopra riportate, saranno riutilizzate in situ per le operazioni di rinterro/riporti nonché di ripristino previste nell'area dell'impianto fotovoltaico, per le opere a verde e relative opere connesse.

Durante lo stoccaggio i cumuli verranno adeguatamente protetti da una geo membrana impermeabile che verrà posta sia alla base, per evitare fenomeni di lisciviazione, che superiormente per evitare l'esposizione del terreno stesso ad agenti atmosferici, fissandola adeguatamente.

Inoltre, saranno adottate misure di precauzione al fine di evitare il trasferimento di contaminanti dai terreni alle altre matrici ambientali. Le acque meteoriche saranno convogliate nella cunetta naturale e confluiranno così nei rispettivi pozzetti di raccolta, e, da qui, verranno inviate, per mezzo di una pompa sommergibile, a idonei serbatoi, così da poter essere caratterizzate e smaltite come rifiuto liquido.

### 8.4.2 Materiali in acciaio

I materiali ferrosi necessari alla realizzazione delle opere civili, quali elementi in acciaio per la realizzazione delle strutture di sostegno e di fondazione dei pannelli (tracker) verranno stoccati lungo le aree di lavoro, in prossimità dei luoghi di utilizzo.

Mentre i ferri di armatura per le platee in calcestruzzo armato

### 8.4.3 Calcestruzzo

Il calcestruzzo prodotto negli impianti di betonaggio verrà approvvigionato direttamente ove necessario tramite autobetoniere.

### 8.4.4 Conglomerato bituminoso

Il conglomerato bituminoso prodotto negli impianti asfaltici verrà approvvigionato direttamente ove necessario tramite autocarri. La produzione di conglomerato sarà variabile in funzione delle attività in corso nelle varie aree di lavoro

## 8.5 Flussi di traffico

Le stime fanno riferimento alla produzione dei materiali maggiormente significativi in termini di volume, che verranno movimentati sulle arterie stradali tramite idonei automezzi, protetti superiormente con appositi teloni al fine di evitare la dispersione di materiale. Tali quantitativi principali di materiali da movimentare sulla viabilità pubblica sono costituiti:

- Dai volumi di scavo in esubero e dalle demolizioni, in uscita dai cantieri (per le quali si è ipotizzato il trasporto mediante autocarro da 12 mc);
- Dai volumi di scavo per le opere a verde (per le quali si è ipotizzato il trasporto mediante autocarro da 18 mc);
- Dagli inerti approvvigionati da cava per la realizzazione dei rilevati, in ingresso ai cantieri (anche per questi è stato ipotizzato il trasporto mediante autocarro da 12 mc);
- Dai volumi di calcestruzzo da approvvigionare dagli impianti esistenti, in ingresso alle aree di cantiere (movimentati mediante autobetoniera da 8 mc).
- Dai volumi di conglomerato bituminoso da approvvigionare dagli impianti esistenti, in ingresso alle aree di cantiere (movimentati mediante autocarro da 12 mc).
- Approvvigionamento dell'acciaio per la posa in opera dei tracker (movimentati mediante camion adeguatamente scelti dal fornitore).
- Approvvigionamento dei pannelli fotovoltaici (movimentati mediante camion adeguatamente scelti dal fornitore).

FLUSSI MEDI GIORNALIERI IN INGRESSO AL CANTIERE	
<b>Calcestruzzo</b>	1 viaggi/giorno (per 3 gg)
<b>Terre per opere a verde</b>	2 viaggi/giorno (per 35 gg)
<b>Inerti per rilevati</b>	2 viaggi/giorno (per 100 gg)
<b>Conglomerato bituminoso</b>	4 viaggi/giorno (per 10 gg)

*Tabella 8-2 Flussi medi giornalieri in ingresso*

FLUSSI MEDI GIORNALIERI IN USCITA AL CANTIERE	
<b>Scavo terre cavidotto</b>	2 viaggi/giorno (per 100 gg)

*Tabella 8-3 Flussi medi giornalieri in uscita*

I flussi sono indicati come di sola andata, in numero complessivo dei viaggi considerando il ritorno è calcolato duplicando il numero.

Il calcolo dei viaggi giorno per le terre da scavo del cavidotto è ottenuto considerando 60 mt di scavo di cavidotto al giorno, 22 mc di terra scavata che verrà trasportata al sito di stoccaggio tramite 2 viaggi, in attesa della caratterizzazione.

Per le opere a verde essendo materiale approvvigionato dal fornitore e quindi non proveniente dal cantiere sarà possibile prevedere l'utilizzo di dumper di maggior portata in mc avendo la possibilità di passare per la strada Via Aquileia a nord del sito in esame, connessa alla SS 14, escludendo dal tragitto il centro abitato.

Per quanto riguarda il reperimento dei materiali da costruzione dei tracker in acciaio così come per i pannelli fotovoltaici si considera un basso impatto sul traffico urbano di Aquileia per le motivazioni esposte sopra per le opere a verde, non direttamente correlate al cantiere del cavidotto possono evitare il passaggio per il centro urbano.

I calcoli effettuati relativi ai flussi di traffico sono di carattere preliminare, si rimanda ad uno stato di progettazione successivo per una più precisa conoscenza delle quantità di materiali e relativi flussi in ingresso ed in uscita.

## 8.6 Criteri di progettazione dei cantieri

### 8.6.1 Organizzazione delle aree tecniche

Le aree tecniche sono aree di cantiere risultano essere:

- parcheggi per mezzi d'opera;
- Aree di carico e scarico e stoccaggio dei materiali da costruzione;
- Aree di carico e scarico e di stoccaggio delle terre da scavo;
- Aree per lavorazione acciaio per tracker.
- Box servizi igienici di tipo chimico e spogliatoi per operai.

L'area tecnica avrà un periodo di vita utile coincidente con la costruzione dell'opera direttamente correlata.

### 8.6.2 Preparazione delle aree

La preparazione dei cantieri prevedrà, indicativamente le seguenti attività principali:

- scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento o sui bordi dell'area per creare una barriera viva e/o antirumore o stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno scotico dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche);
- formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico (questa fase può anche comportare attività di scavo, sbancamento, riporto,);
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- costruzione dei basamenti di impianti e fabbricati;
- montaggio dei capannoni prefabbricati e degli impianti.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni saranno rimossi e si procederà al ripristino dei siti, salvo che per le parti che resteranno a servizio delle nuove opere realizzate.

## 8.7 Segnaletica cantiere stradale

Relativamente al cantiere fisso stradale del cavidotto si dovrà prevedere un sistema segnaletico temporaneo completo che comprende di norma:

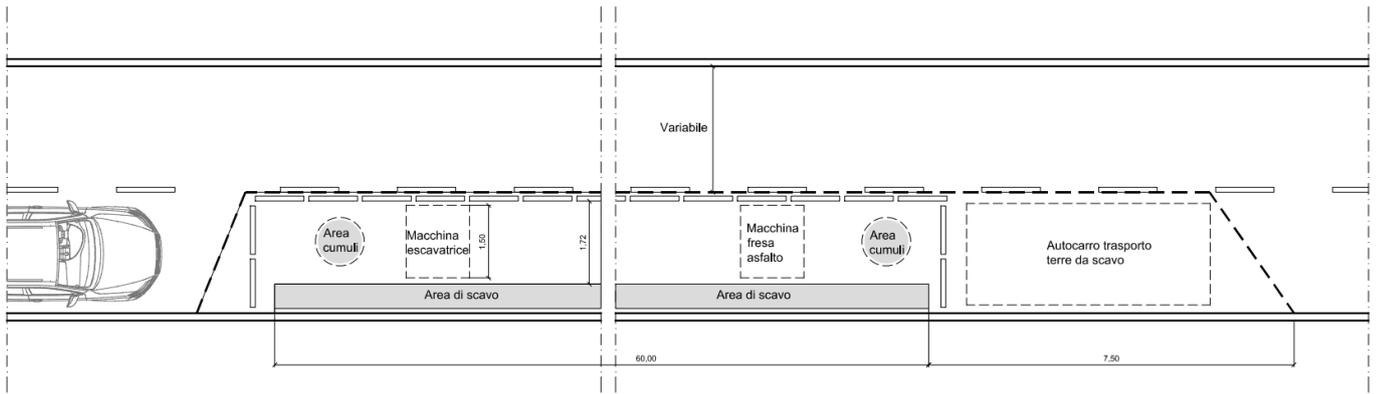
- una segnaletica di avvicinamento, prima che inizi la zona pericolosa interessata al cantiere ("lavori in corso", "riduzione delle corsie", strettoia, "divieto di sorpasso" e altri);
- una segnaletica di posizionamento collocata a ridosso del cantiere e lungo il cantiere stesso (tra cui raccordi obliqui realizzati con barriere, l'utilizzo dei coni, dei delineatori flessibili o altri elementi
- una segnaletica di fine prescrizione dopo la fine della zona interessata ai lavori.

A norma dell'art.79 c.3 del Regolamento del CdS, le misure minime dello spazio di avvistamento per i segnali di pericolo sono indicativamente:

- 150 metri per autostrade e strade assimilabili,
- 100 metri per strade extraurbane ed urbane di scorrimento la cui velocità consentita sia superiore a 50 km/h
- 50 metri per altre strade

Nel caso in esame rientrano in strade extraurbane ed urbane di scorrimento con velocità consentita maggiore di 50 km/h le strade Via Gemina e la strada SR 352 (Per semplicità di trattazione denominate tipologia A da qui in avanti), mentre rientrano nelle altre strade: Località S. Zili, Via rosa Rosemberg e Via Borgo S. Felice (Per semplicità di trattazione denominate tipologia B da qui in avanti).





**Figura 8-4. Layout cantiere stradale cavidotto**

### 8.8.2 Cantiere impianto fotovoltaico

Per il cantiere relativo all'impianto fotovoltaico si daranno delle indicazioni sul posizionamento delle aree tecniche comprensive di aree di lavoro e aree di stoccaggio, della quale si daranno indicazioni sintetiche. Per l'esatto posizionamento e per una completa rappresentazione del layout si rimanda ad un livello di progettazione maggiore.

Area tecnica per baraccamenti disposti lungo il perimetro Sud.

Area di stoccaggio per l'acciaio, verranno definite delle aree per lo scarico dei materiali nelle vicinanze delle cabine elettriche di campo e per quella di distribuzione, per quanto riguarda i ferri di armatura, mentre per le strutture dei sistemi "tracker" saranno assegnate delle aree di lavoro antistanti ogni modulo "tracker" come da progetto senza la necessità di un'area di stoccaggio comune per tutti i moduli.

Area di lavorazione del conglomerato, verrà assegnata un'area per la sosta della betoniera per una durata necessaria per tutte le lavorazioni previste atte alla posa in opera delle platee di fondazione dei cabinati.

Le aree di stoccaggio delle terre di scavo del seguente cantiere così come quelle derivanti dal cavidotto saranno disposte lungo il perimetro sud, in un'area che non causi interferenze per le altre lavorazioni di cantiere, ed in modo da essere facilmente raggiungibili per i mezzi, perciò, si prevede un'area di sosta associata per permettere le operazioni di carico e scarico.

## 9. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 9.1 Criteri della progettazione

La progettazione definitiva dell'impianto è stata realizzata tenendo conto di alcuni criteri che hanno guidato le scelte progettuali.

Tali criteri possono essere sintetizzati come segue:

- Configurazione impiantistica idonea a garantire un corretto funzionamento dell'impianto in diverse condizioni di potenza generata, oltre nelle varie modalità previste dal gruppo di controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete distributore, etc.);
- Configurazione ottimizzata del layout di impianto e corretto dimensionamento dei vari componenti, facendo attenzione a massimizzare lo sfruttamento dello spazio idoneo per l'installazione e andando a minimizzare contemporaneamente le perdite di energia per effetto Joule;
- Inserimento di apparecchiature conformi alla Normativa CEI per ridurre le emissioni elettromagnetiche delle componenti dell'impianto funzionanti in Media Tensione (MT) e prevedendone, eventualmente, l'installazione all'interno di locali chiusi realizzati ad hoc (ad es. trasformatore BT/MT);
- Interramento delle parti di cavidotto in Bassa Tensione (BT) e MT per limitare le emissioni elettromagnetiche, riportando l'intensità del campo elettromagnetico al di sotto dei valori soglia della Normativa vigente;
- Ottimizzazione del posizionamento dei sistemi di misura dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico;

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del Distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, dei fattori di seguito elencati:

- Posizione del sito;
- Serie storiche dei dati climatici del sito;
- Disponibilità della fonte solare;
- Fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);
- Fattori geomorfologici e vincolistici (pendenze del terreno superficiale, impluvi e fasce di rispetto);
- Fabbisogno energetico dell'impianto di trattamento delle acque di falda presente.

Ai fini del calcolo della potenzialità dell'impianto, per ottenere quindi una valutazione dell'energia producibile annualmente e, infine, stimare il valore economico dell'investimento è stato utilizzato il software di calcolo per la progettazione degli impianti fotovoltaici "PVsyst".

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile. Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

#### 9.1.1 Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

Totale perdite con ottimizzatore [%] =  $[1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$

per i seguenti valori:

- a. Perdite per riflessione;
- b. Perdite per ombreggiamento;
- c. Perdite per mismatching;
- d. Perdite per effetto della temperatura;
- e. Perdite nei circuiti in continua;
- f. Perdite negli inverter;
- g. Perdite nei circuiti in alternata.

### 9.1.2 Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

#### TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

#### TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

#### TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

#### CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

#### DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## 9.2 Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

Le scelte effettuate a livello progettuale sono preliminari e potranno subire variazioni in diminuzione e non sostanziali in fase esecutiva per adattarsi allo sviluppo tecnologico ed alle disponibilità di Mercato.

### 9.2.1 Analisi della producibilità

L'impianto sarà composto da 17524 pannelli fotovoltaici da 565 Wp ciascuno, per un totale di potenza di picco installata di 9989 kWp. Si prevede l'utilizzo di supporti ad inseguimento solare monoassiale (tracker) con asse N-S di altezza 2.44 m.

I tracker scelti consentono di avere un Ground Ratio (rapporto tra l'area del generatore fotovoltaico e l'area lorda occupata dall'impianto) molto elevato ed aumentare la producibilità dell'ordine del 15-20% per impianti situati sul suolo italiano. Una caratteristica dei tracker scelti è la possibilità di utilizzare una modalità di inseguimento chiamata *backtracking* che permette di minimizzare la superficie lorda occupata dai filari.

Il sistema in esame presenta un GR pari a 44.7% con un distanziamento tra i collettori di 10.5 m tale da permettere una perdita rispetto all'ottimo dello 0.0 %. Non avendo perdite di ombreggiamento come illustrato in Figura 9-1

I pannelli saranno collegati in stringhe da 26 pannelli ciascuna per un totale di 674 stringhe. Si prevede l'installazione di 40 inverter di stringa da 200 kW. Dei 40 inverter 34 saranno collegati a 17 stringhe mentre i restanti 6 a 16 stringhe in modo da ottenere la configurazione desiderata.

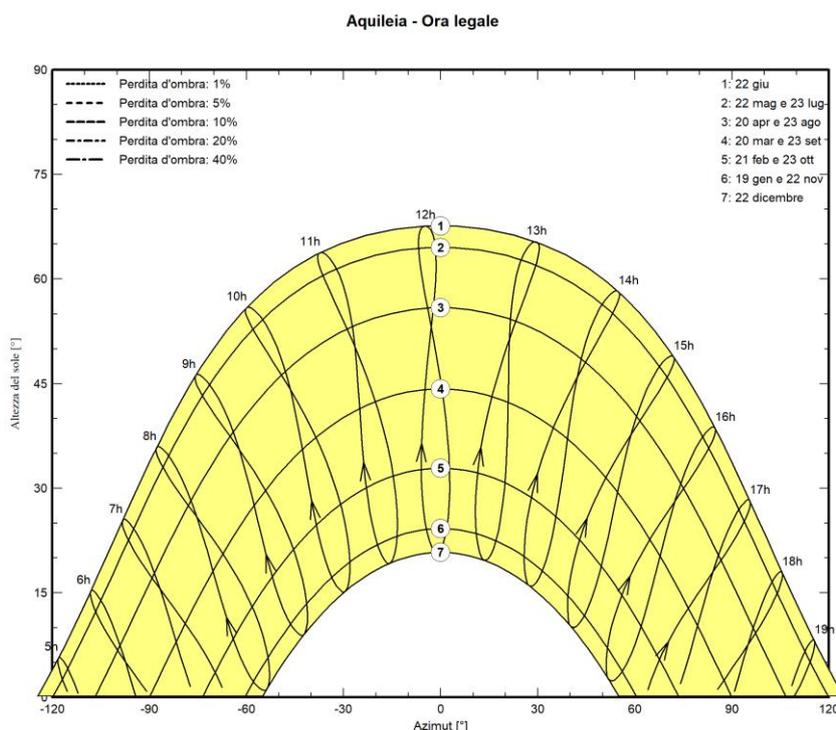
La distanza tra i pannelli è stata calcolata in base alle simulazioni da software che consentissero di annullare gli ombreggiamenti e minimizzare il GC. L'interasse tra i pannelli è stato quindi scelto con un margine di sicurezza e ammonta a 10.5 m.

Si è optato per un posizionamento dei tracker con Azimut nullo per massimizzarne la producibilità.

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il fattore su diffuso, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1.00.

Sono poi stati valutati i fattori d'ombreggiamento, considerando anche la distanza tra i pannelli, come riportato nel diagramma solare seguente.



**Figura 9-1 - Diagramma solare con fattori d'ombra**

Il rendimento BOS dell'impianto è calcolato in base a tutte le perdite del sistema, le quali sono evidenziate nel diagramma di seguito:

Relazione generale

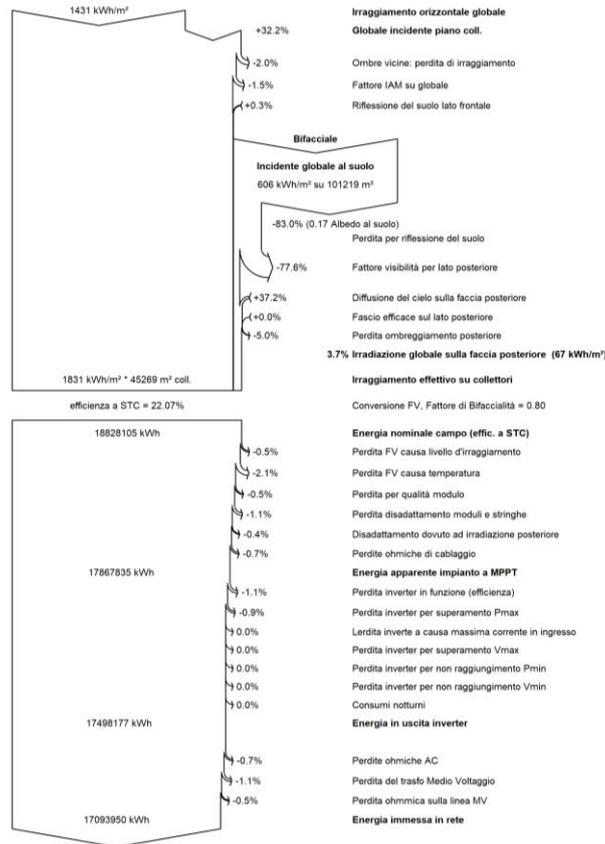


Figura 9-2. Diagramma delle perdite riferite alle caratteristiche dell'impianto

Nel grafico seguente è riportata la produzione mensile normalizzata dell'impianto per kWp installato, con il dettaglio delle perdite e dell'energia utile prodotta.

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 9989 kWc

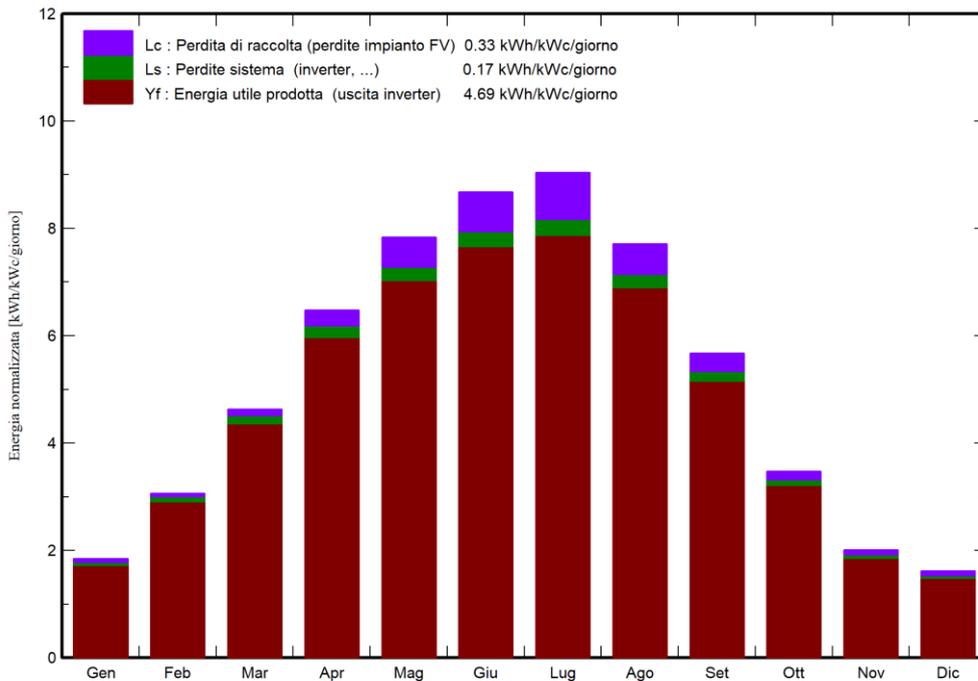
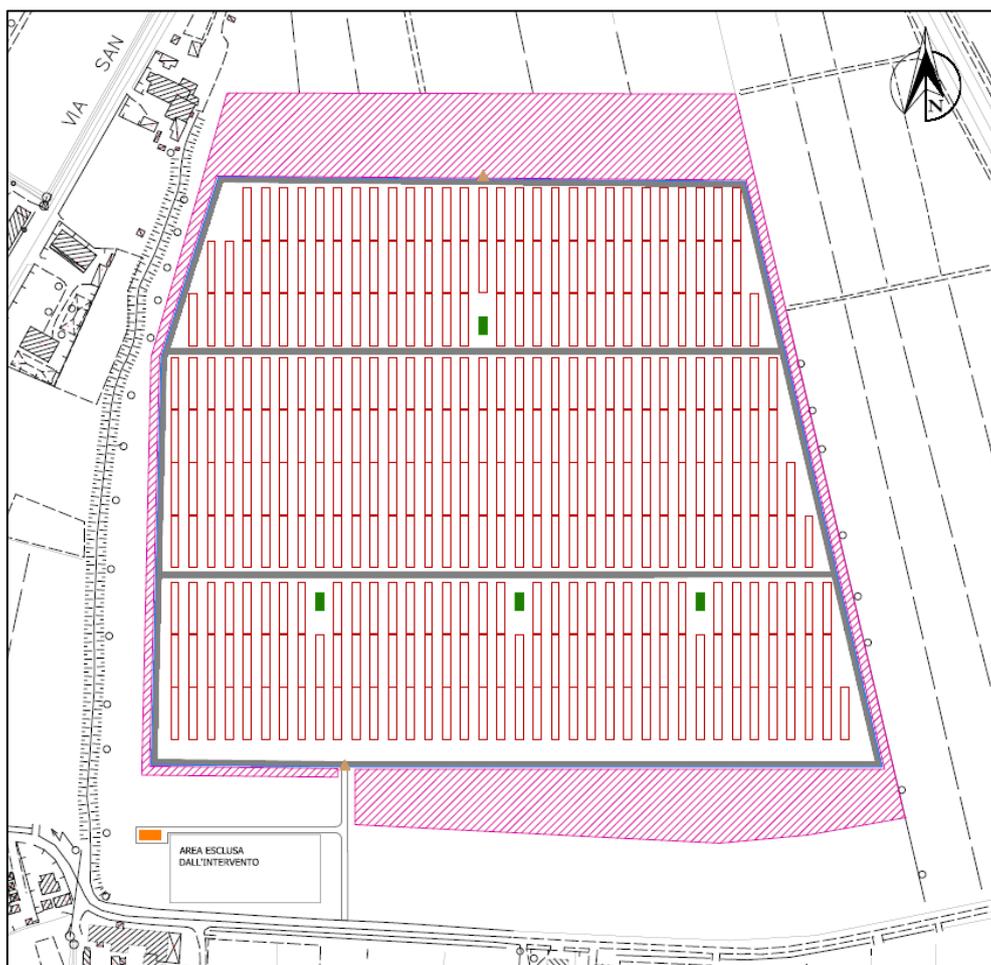


Figura 9-3 - Produzione normalizzata (per kWp installato)

## 9.2.2 Layout generale



**Figura 9-4 - Layout generale dell'impianto fotovoltaico**

Per la configurazione dell'impianto si è optato per ridurre l'area lorda nella quale installare il generatore sempre mantenendo un adeguato distanziamento tra i pannelli. Per il progetto in esame grande importanza rivestono le opere di mitigazione e le opere a verde poiché si è scelto di individuare delle soluzioni che riducessero il più possibile l'impatto visivo del nuovo impianto di generazione. Una volta individuato il distanziamento desiderato e le superfici da dedicare alle opere di mitigazione è stata identificata l'area d'impianto.

L'impianto è composto da 674 stringhe di moduli fotovoltaici, le quali saranno distribuite sui tracker monoassiali; ciascun tracker avrà due stringhe. Con la configurazione in esame l'impianto occuperà una superficie in pianta di 128500 m<sup>2</sup>.

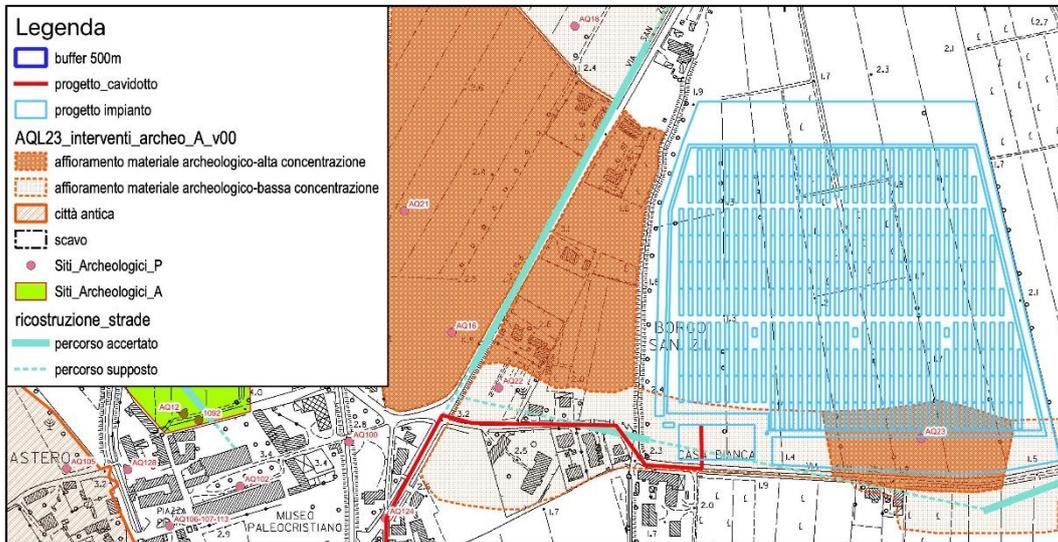
Gli inverter sono in tutto 40, della potenza di 200 kW ciascuno; i cavi di passaggio dell'energia elettrica in BT e MT sono interrati. Gli inverter scelti avranno grado di protezione IP 66 e saranno quindi posizionati esternamente vicino ai quadri di parallelo stringa. Si prevede l'utilizzo di 4 cabine di campo ciascuna con il proprio trasformatore da 2 MW per alzare la tensione in uscita dall'inverter a 20 kV. Sarà poi predisposta la cabina di consegna E distribuzione nella zona Sud-Ovest del sito. Sarà previsto un collegamento, mediante cavidotto interrato, alla cabina primaria esistente.

La perimetrazione esterna dell'impianto fotovoltaico verrà realizzata mediante l'installazione di una recinzione metallica lungo il perimetro dell'area occupata da generatore fotovoltaico. È stata prevista una viabilità interna per facilitare la manutenzione dell'impianto.

L'area dell'impianto sarà delimitata da una recinzione metallica esterna di cui è mostrato un tipologico nell'immagine sottostante. La fondazione consisterà in plinti adeguatamente dimensionati in cls.

Seguendo le considerazioni riportate in precedenza si è giunti ad un primo posizionamento dell'impianto nell'area a disposizione; questa configurazione è stata successivamente traslata in seguito a quanto emerso da una valutazione preliminare archeologica. Lo studio preliminare ha evidenziato che la parte meridionale del lotto ricade in zone ad alta

concentrazione di affioramento materiale archeologico. Si è optato per la soluzione proposta poiché le lavorazioni da eseguire sia per opere civili che per le strutture di sostegno avrebbero potuto impattare in maniera significativa con la possibile presenza di materiale archeologico. Di seguito viene riportata la prima ipotesi di layout con l'evidenziazione dell'interferenza sopra citata.



**Figura 9-5. Prima ipotesi di layout su aree con presenze archeologiche**

È prevista una viabilità interna per facilitare la manutenzione dell'impianto che consisterà in un rilevato stradale perimetrale e due trasversali. L'accesso avverrà dalla strada Loc. S. Zili a sud dell'impianto mediante cancello d'ingresso carrabile. Si prevede un ulteriore ingresso carrabile lato nord della recinzione per il transito dei mezzi agricoli.



**Figura 9-6. Tipologico della recinzione perimetrale**

Alla luce di questa scelta si è optato per strutture di sostegno di elevata altezza per permettere la coltivazione sotto di essi. All'esterno della recinzione sono state quindi anche identificate delle aree destinate a scopi mitigativi come meglio illustrato nella relazione AMB\_REL\_01\_A.

### 9.3 Componenti principali dell'impianto

#### 9.3.1 Moduli fotovoltaici

I pannelli in silicio monocristallino considerati per la progettazione definitiva dell'impianto presentano le seguenti specifiche tecniche:

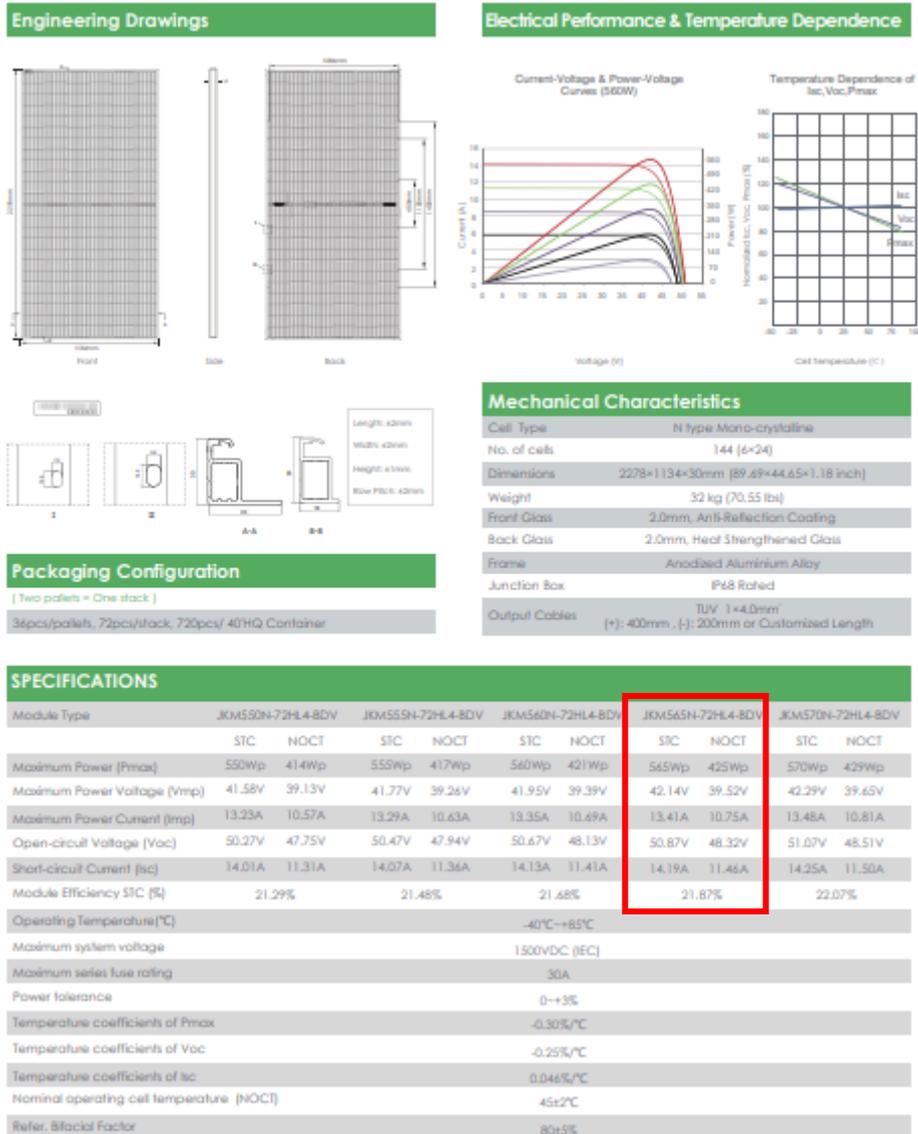


Figura 9-7 - Caratteristiche pannello fotovoltaico

### 9.3.2 Inverter

L'inverter selezionato per la progettazione è un inverter di stringa trifase da 200 kW e dotato di 9 MPPT indipendenti.



Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.80%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 9-8. Caratteristiche tecniche inverter

## 9.4 Strutture metalliche di supporto ed ancoraggio suolo dei moduli

L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento mono assiale "tracker" con inseguimento E-O, ancorate a terra attraverso apposite fondazioni, i moduli fotovoltaici previsti sono costituiti da pannelli di dimensioni indicative 2288x1130x40 mm predisposti lungo il lato lungo su 2 file da 26 moduli, per un totale di 52 pannelli per modulo di tracker.

La struttura degli inseguitori mono assiali ha una larghezza complessiva di 4,70m (ovvero la larghezza equivalente dei due pannelli portati più uno spazio di separazione tra questi ultimi) e lunghezza complessiva pari a 30,37 m. I pannelli sono collegati a dei profilati cavi rettangolari paralleli al lato lungo dei pannelli e connessi mediante un corrente longitudinale con sezione circolare di diametro 30 cm. Grazie a questo sistema la parte mobile è in grado di ruotare intorno all'asse orizzontale posto ad una altezza pari a 2,40 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 60°. Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da n.5 pilastri di sezione IPE con campata di 7,30 m e tramite una ghiera metallica, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli. I pilastri di sostegno sono infissi nel terreno ad una profondità variabile tra i 3,0m e i 5,0m in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione.

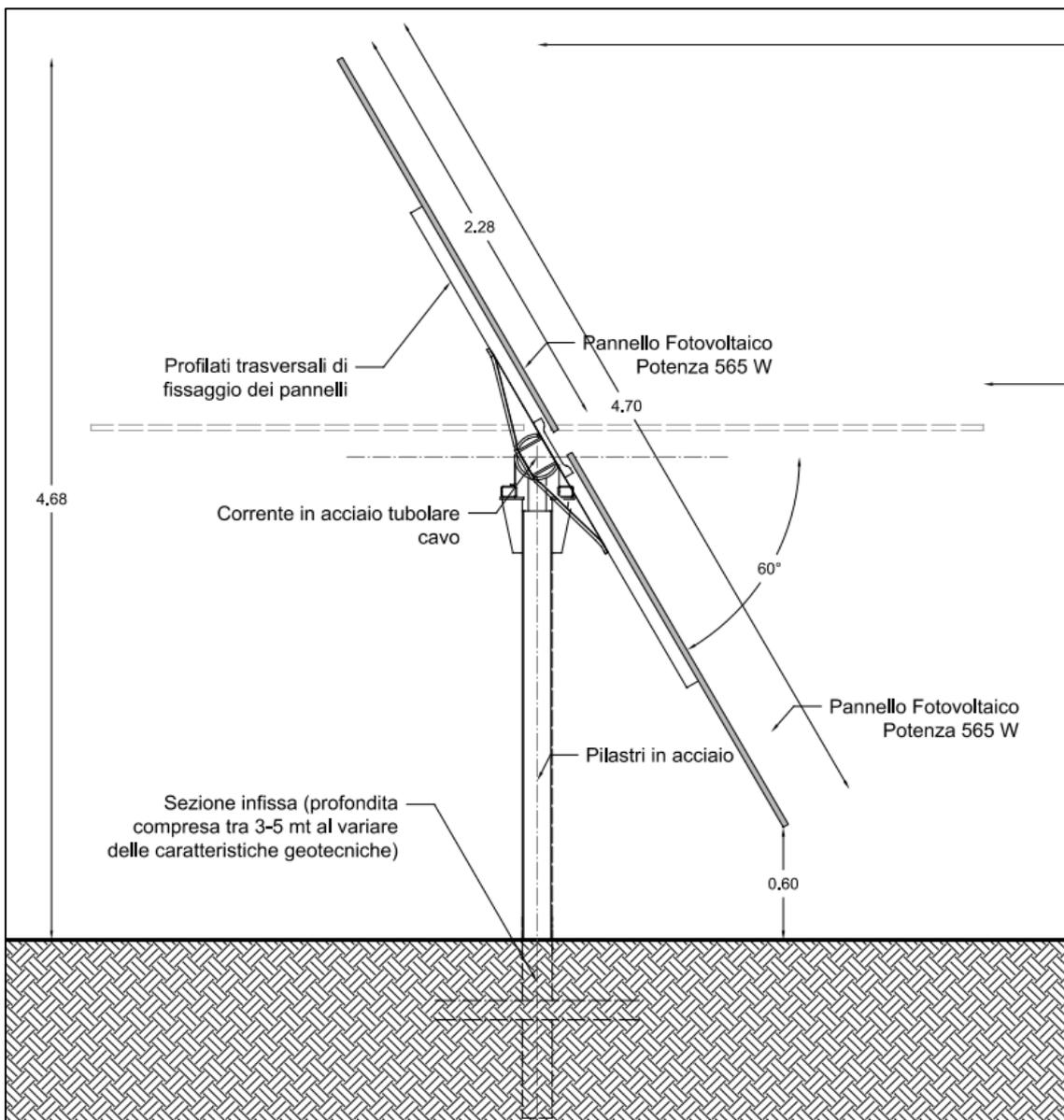


Figura 9-9. Sezione tipo struttura Tracker

## 9.5 Cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC;
- Tipo FG21 (se in esterno) o FG7 (se in cavidotti su percorsi interrati).

Le sezioni sono state dimensionate considerando una portata adeguata al trasferimento della massima potenza dell'impianto con cadute di tensione sotto il 2% per il tratto in continua e sotto il 4% in alternata (ampiamente inferiore).

Per i tratti in corrente continua sono stati utilizzati i cavi solari FG21M21; per i tratti in corrente alternata invece sono stati previsti cavi unipolari FG16R16.

## 9.6 Cabine di campo

Si prevede l'installazione di 4 cabine di campo comprensive di trasformatore tutte collegate alla cabina di consegna situata nel lato sud-ovest del sito. Ogni cabina di campo sarà prefabbricata e composta da due vani, i quali conterranno i quadri di campo in BT, il trasformatore elevatore di tensione BT/MT e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici progettuali.

La cabina prevista è di tipo prefabbricato, appoggiata su una platea in c.a. da gettare in opera. La cabina è dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 20 kV, guanti di protezione 20 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari, dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

I quadri di campo saranno installati all'interno delle cabine di campo e prevederanno un fusibile, un sezionatore e un SPD.

Il quadro di Bassa Tensione conterrà la protezione di interfaccia (CEI 0 - 16), le protezioni per le linee dei dispositivi ausiliari e prevederà anche il parallelo tra gli inverter. All'interno della cabina di trasformazione è prevista anche l'installazione dei gruppi di misura dell'energia prodotta.

Il Quadro di Media Tensione sarà completamente assemblato in fabbrica e certificato, conforme alle IEC 62271-200 e sarà composto da due unità di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

## 9.7 Trasformatore

Si prevede l'installazione di 4 trasformatori per il passaggio da BT a MT da 2 MVA in resina. I trasformatori saranno in resina raffreddati in aria naturale (AN) e situati ognuno in una cabina di campo. Il trasformatore avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Potenza nominale: kVA 2000;
- Tensione nominale primaria: V 20.000;
- Tensione secondaria a vuoto: V 400;
- Frequenza: Hz 50;
- Collegamento primario: triangolo;
- Collegamento secondario: stella + N;
- Gruppo vettoriale: Dyn11;
- Tensione c.c.: % 6.

## 9.8 Cabina di consegna

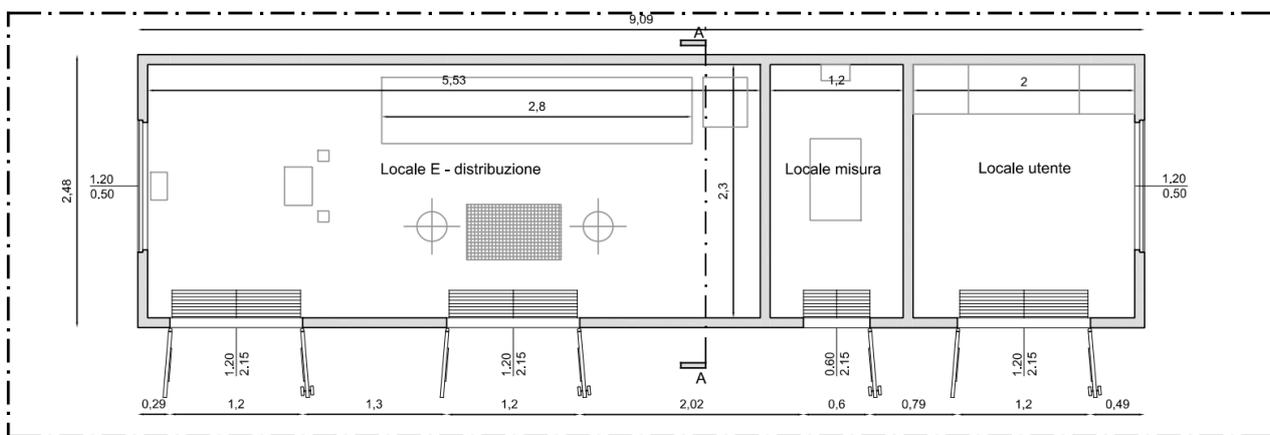
Il manufatto sarà costituito da una costruzione di forma parallelepipedica prefabbricata in c.a., formata da una soletta di fondo e da 4 pareti verticali disposte in due direzioni ortogonali. Tutte le porte e le griglie di aerazione saranno realizzate in vetroresina, del tipo conforme agli standard tecnici ENEL.

Tutti i locali saranno accessibili da strada pubblica/aperta al pubblico, come da NORME CEI 0-16. Al locale ENEL sarà consentito l'accesso solo al personale di E Distribuzione mentre al contiguo locale misura sarà consentita l'accessibilità sia da parte del personale ENEL, sia del produttore, proprietario dell'impianto di produzione.

La cabina consegna prevederà tre scomparti separati:

- Locale e-distribuzione;
- Locale misure;
- Locale cliente.

Il punto di consegna dell'energia prodotta sarà il locale ENEL posto all'interno del fabbricato cabina elettrica di ricezione. Lo stesso sarà delle dimensioni interne di 5.53 m x 2.3 m, con un'altezza utile interna minima di 2.50 m, come visibile nella Tavola di dettaglio. Il locale e-distribuzione sarà ceduto ad ENEL con servitù di elettrodotto inamovibile e a tempo indeterminato, previo frazionamento ed accatastamento. La cabina sarà corredata da cartelli di avvertimento, divieto, informazione avviso. Il locale di consegna ha le caratteristiche di cui al paragrafo 8.5.9 delle norme CEI 0-16, ed è rispondente alle norme CEI 11-1.



**Figura 9-10. Planimetria cabina di consegna**

## 9.9 Allaccio Alla Rete

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete E-Distribuzione è normato con particolare rilevanza dalle seguenti prescrizioni:

- il regime di parallelo non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete E-Distribuzione, in caso contrario il collegamento con la rete ENEL stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente; pertanto, ogniqualvolta l'impianto del Cliente Produttore è sede di guasto o causa di perturbazioni, si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete E-Distribuzione;
- il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniqualvolta manchi l'alimentazione della rete da parte ENEL o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti;
- in caso di mancanza tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete E-Distribuzione non compresi nel campo consentito, l'impianto di produzione non deve entrare né permanere in servizio sulla rete stessa.

Le suddette prescrizioni hanno lo scopo di garantire l'incolumità del personale chiamato ad operare sulla rete in caso di lavori e di consentire l'erogazione dell'energia elettrica al Cliente Produttore secondo gli standard contrattuali e di qualità previsti da leggi e normative vigenti, nonché il regolare esercizio della rete E-Distribuzione.

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica; tali protezioni saranno conformi alla normativa CEI 0-21 e CEI 0-16.

Il collegamento alla rete elettrica nazionale avverrà con una cabina prefabbricata da realizzare che si collegherà alla linea aerea in media tensione (20 kV) già presente sul lato sud-est del sito.

L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

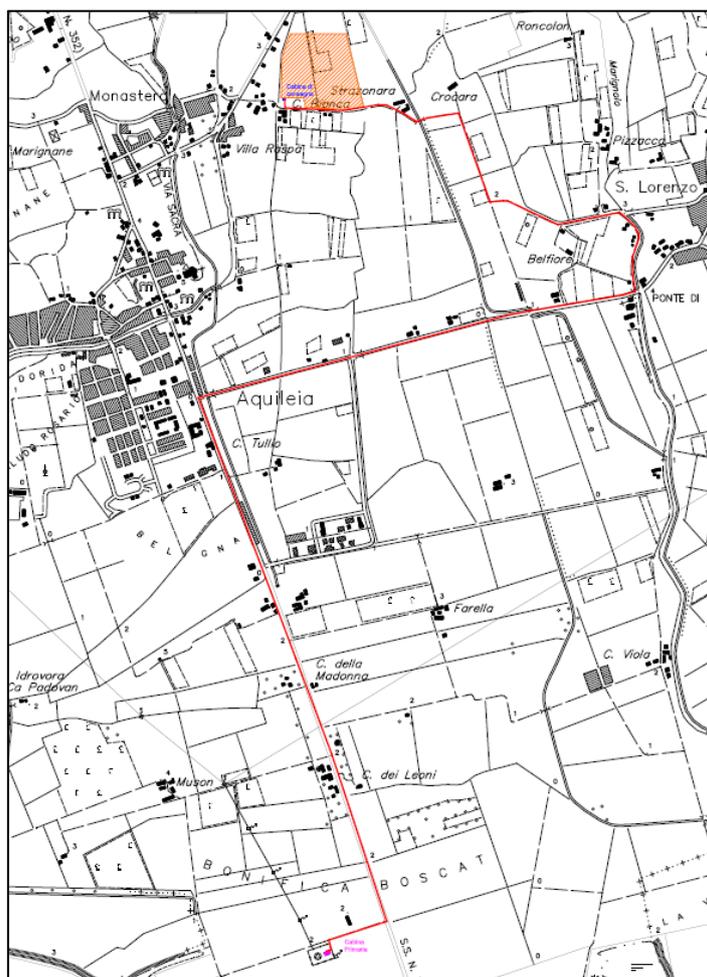
### Relazione generale

- **Dispositivo del generatore.** L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.
- **Dispositivo di interfaccia.** Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno.
- **Dispositivo di ricalzo.** È un'apparecchiatura con idonea capacità di manovra, apertura e sezionamento, la cui apertura separa la rete del Distributore dai gruppi di generazione del Produttore nel caso di intervento delle Protezioni di Interfaccia e di mancata apertura del DDI.
- **Dispositivo generale.** Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti di generazione elettrica.

Per il collegamento alla cabina primaria si prevede il collegamento mediante cavidotto interrato come illustrato nella tavola PEC\_TPL\_01\_A.

Sono state valutate in fase preliminare diverse alternative per il cavidotto di allaccio alla cabina primaria di cui di seguito vengono illustrate le caratteristiche salienti. Il percorso alternativo non presenta variazioni riguardo il posizionamento della cabina di consegna, quindi, non modifica il layout dell'area dell'impianto.

Il percorso alternativo segue le strade sterrate ad est del sito seguendo la viabilità esistente, comportando anche l'attraversamento di un canale superficiale. Il percorso coincide con quello del cavidotto scelto per gli ultimi 3.5 km. Il percorso alternativo si rivela ampiamente più esteso per una lunghezza totale di circa 9 km contro i circa 6 km del percorso scelto. È stata scartata questa alternativa per la notevole differenza di lunghezza rispetto al tracciato scelto e inoltre, per la maggiore difficoltà del cantiere stradale; si avrebbe di conseguenza un maggior costo ed una maggiore durata del cantiere stradale con il tracciato alternativo.



**Figura 9-11. Percorso alternativo per la connessione alla rete**

## 9.10 Cavidotti e canalizzazioni

La connessione sarà effettuata in antenna collegandosi alla Cabina Primaria BELVEDERE distante circa 6 km dalla nuova cabina di consegna, alla tensione nominale di 20 kV. Le caratteristiche di riferimento del cavidotto sono riassunte nella tabella seguente:

<b>Tipologia</b>	Linea in cavo interrato MT
<b>Tensione nominale di esercizio</b>	20 kV
<b>Lunghezza del tracciato</b>	4.63 km su strada asfaltata 1.3 km su terreno
<b>Cavo</b>	Cavo MT tripolare con conduttori in alluminio isolati con polietilene reticolato nella formazione 3x1x240 sezione 240mmq tipo <b>ARE4H5EX 12/20kV</b> .
<b>Profondità di interramento</b>	> 1 m

La fascia di terreno sulla quale graverà la servitù di elettrodotto avrà larghezza di 4 metri e sarà coassiale al cavidotto come da prescrizioni indicate nella STMG.

Il cavo è posato in una tubazione flessibile in polietilene ad alta densità rispondente alle caratteristiche riportate sulla tabella DS4247 con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 450N. Il diametro interno del tubo e degli accessori (curve, manicotti, ecc.) è superiore a 1,4 volte il diametro del cavo (CEI 11-17). La tipologia di canalizzazione ammessa dovrà essere di Tipo B normalmente prevista per le strade di uso pubblico, per le quali il Nuovo Codice della Strada fissa una profondità minima di 1,00 metro dall'estradosso della protezione e di Tipo A normalmente prevista per le strade sterrate o terreni agricoli.

I cavidotti avranno dimensione dei diametri pari a 160 mm, e saranno inseriti in uno strato di fondo dello scavo costituito da sabbia compattata di spessore variabile da 20 a 40 cm. Il resto dello scavo verrà riempito con materiale di riempimento che potrà essere o materiale vergine oppure lo stesso materiale scavato se previsto dal piano di gestione terre in accordo con il DPR 120/2017 (*"Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo"*).

Il percorso dei cavidotti sarà opportunamente segnalato da un nastro monitore anch'esso interrato.

Di seguito si riportano i tipologici dello scavo da realizzare.

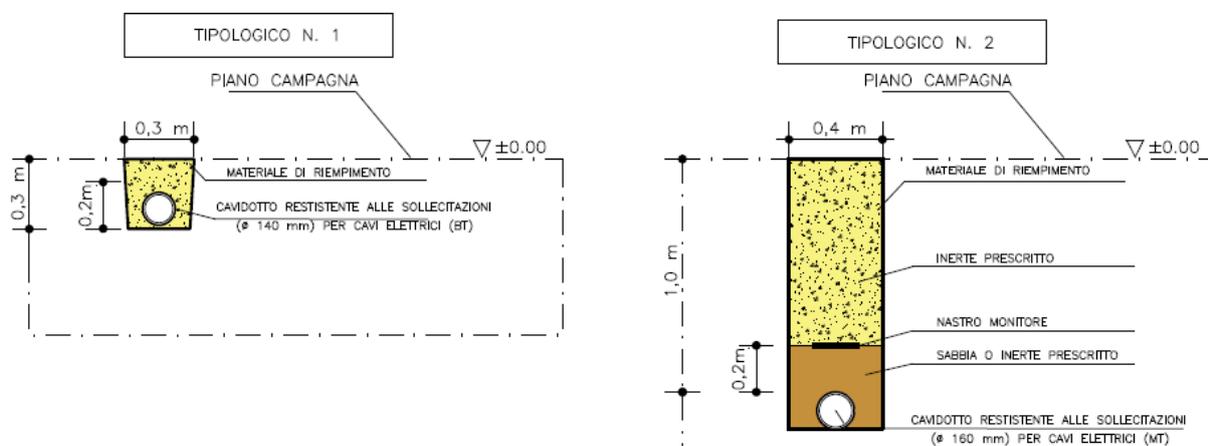


Figura 9-12. Tipologici di scavo per il passaggio dei cavidotti

## 9.11 Impianto antintrusione e di videosorveglianza

Per l'impianto fotovoltaico in progetto è stato previsto un sistema di sicurezza antifurto per poter proteggere i pannelli e gli altri apparecchi da eventuali effrazioni.

Tale impianto sarà composto da:

- sistema antintrusione perimetrale;
- sistema TVCC.

Il sistema antintrusione perimetrale verrà installato lungo la recinzione metallica perimetrale dell'impianto fotovoltaico, a protezione di eventuali intrusioni con rilevatori ad infrarossi posizionati lungo la recinzione. Il sistema TVCC sarà composto da un sistema di videocamere lungo tutto il perimetro dell'impianto, posizionate ad una corretta distanza l'una dall'altra per poter coprire tutta la zona limitrofa alla recinzione e buona parte del campo fotovoltaico.

Gli impianti saranno collegati tra di loro da un'unica centralina che regolerà tutto il sistema antieffrazione.

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola dell'arte, pertanto l'impresa installatrice, munita dei requisiti previsti dalla legge, si impegna ad osservare nella realizzazione degli stessi le norme e le leggi già esistenti e quelle che dovessero essere emanate nel corso dei lavori.



**Figura 9-13 – Esempio videocamera di sicurezza**

## 9.12 Sistema di monitoraggio e controllo da remoto

I sistemi di monitoraggio sono degli impianti che costituiscono la soluzione ideale per il completo controllo e la visibilità di tutti i parametri importanti durante l'esercizio dell'impianto.

La vasta gamma selezionabile permette di rispondere a tutte le esigenze partendo da soluzioni di base fino a sistemi di monitoraggio più completi e complessi.

I monitoraggi più completi consentono anche il collegamento di dispositivi esterni ed una alimentazione separata in modo da poter monitorare non solo gli inverter, ma anche il consumo dell'intero impianto comprese le ore notturne.

Per far ciò, verrà installato un datalogger in grado di interfacciarsi tutti gli inverter presenti e trasmetterne i dati ad un web server per consentire il monitoraggio da remoto dell'impianto, sia tramite app che tramite portale web.

## Relazione generale



Technical Specification	SmartLogger3000B	SmartLogger3000B SmartModule1000A
<b>Device Management</b>		
Max. Number of Manageable Devices	200	
Max. Number of Manageable Inverters	150	
<b>Communication Interface</b>		
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1,000 Mbps	
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1,000 Mbps	LAN x 3, 10 / 100 / 1,000 Mbps
Optical Ethernet	SFP x 2, 100 / 1,000 Mbps	
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible with PLC	
RS485	COM x 3, 1,200 / 2,400 / 4,800 / 9,600 / 19,200 / 115,200 bps	COM x 6 ,200 / 2,400 / 4,800 / 9,600 / 19,200 / 115,200 bps
Digital / Analog Input / Output	DI x 4, DO x 2, AI x 4	DI x 8, DO x 2, AI x 7
PT100 / PT1000	0	2
Active DO	12 V, 100 mA (connection with relay, sensor)	
Lighting Protection Module	Yes	
<b>Communication Protocol</b>		
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104	
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (standard), DL / T645	
<b>Interaction</b>		
LED	LED Indicator x 3	LED Indicator x 5
WEB	Embedded Web	
USB	USB 2.0 x 1	
APP	Communication by WLAN for Commissioning	
<b>Environment</b>		
Operating Temperature Range	-40°C ~ 60°C (-40°F ~ 140°F)	
Storage Temperature	-40°C ~ 70°C (-40°F ~ 158°F)	
Relative Humidity (Non-condensing)	5% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)	
<b>Electrical</b>		
AC Power Supply	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz	
DC Power Supply	24 V, 0.8 A	
Power Consumption	Typical 9 W, Max. 15 W	Typical 10 W, Max. 18 W
<b>Mechanical</b>		
Dimensions (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (8.9 x 6.3 x 1.7 inch) Without mounting ears	350 x 160 x 44 mm (13.8 x 6.3 x 1.7 inch) Without mounting ears
Weight	2 kg (4.4 lb.)	3 kg (6.6 lb.)
Protection Degree	IP20	
Installation Options	Wall Mounting, DIN Rail Mounting, Tabletop Mounting, Integrated Inside SmartACU2000D	

Figura 9-14. Caratteristiche del sistema di monitoraggio

### 9.13 Stazione meteo

Sarà prevista inoltre l'installazione di una stazione meteo per il monitoraggio dei parametri ambientali in modo da valutare l'efficienza dei pannelli fotovoltaici. Il sistema permette di controllare direzione e velocità del vento, la temperatura a contatto dei pannelli e la radiazione solare. Ogni stazione può essere configurata nella versione fissa con canali base e con espansione e nella versione portatile con valigetta di alloggiamento strumenti e tripode pieghevole per il montaggio in campo. Il monitoraggio viene effettuato in rispondenza alle norme IEC 61724, CEI 82- 25 e IEC 60904 impiegando strumentazione di tipo professionale Geoves e di altri costruttori primari nel settore della radiometria. Il sistema prevede:

- Memorizzazione dati in formato testo standard TXT con campi separati da virgole (CSV format)
- Puntamento antenna GPRS automatizzato da datalogger con verifica del segnale di ricezione in sito
- Visualizzazione delle misure a display con facile verifica funzionale

## Relazione generale

<b>SENSORI METEOROLOGICI</b>	
Modello	mSTA – Sensore temperatura aria
Modello	STC – Sensore temperatura a contatto
<b>Temperatura Aria - Range</b>	-40...+60 °C
Trasduttore	Pt100 con schermi antiradiazione
Precisione	±0.2°C
<b>Temperatura Contatto - Range</b>	-50...+100 °C
Trasduttore	Pt100 con adesivo per fissaggio su pannelli fotovoltaici
Precisione	±0.2°C
<b>Caratteristiche comuni</b>	
Alimentazione	+9...+24Vdc
Uscita elettrica tip.	Vers. -V: 0...5Vdc o -I: 4...20mA

Modello	mWS1 – Sensore velocità vento
Range di misura	0...75 m/s
Trasduttore	Magnetico con segnale sinusoidale AC non alimentato
Meccanica di rotazione	Su cuscinetto in bagno d'olio
Uscita elettrica	Vers. -N: Onda sinusoidale AC
Costante strumentale	4.3 Hz/m/s (tipica)
Precisione	±0.1m/s

Modello	mWD1 – Sensore direzione vento
Range di misura	0...359° (angolo elettrico effettivo 0...352° ±4°)
Trasduttore	Potenziometro lineare 360° continui
Meccanica di rotazione	Su cuscinetti in bagno d'olio
Uscita elettrica	Vers. -N: Variazione di resistenza 10KOhm nominali
Precisione	±2°

<b>SISTEMI AUTOMATICI PER LA MISURA DELLA RADIAZIONE SOLARE DIRETTA, DIFFUSA E GLOBALE</b>	
Modello	STR21-G – Inseguitore solare completo di pireliometro per la misura automatica della radiazione solare diretta (DNI)
	<b>PIRELIOMETRO (misura della DNI)</b>
Range di misura	0...2000 W/m <sup>2</sup>
Range spettrale	200...4000nm
Trasduttore/Sensibilità tip.	Termopila / 10µV/ W/m <sup>2</sup>
Classe di precisione	First Class ISO9060
Tempo di risposta	<1s
Uscita elettrica tipica	Vers. -I: 4...20mA
	<b>PIRANOMETRI (misure della GHI e DHI)</b>
Range di misura	0...2000 W/m <sup>2</sup>
Range spettrale	285...3000nm
Trasduttore/Sensibilità tip.	Termopila / 10µV/ W/m <sup>2</sup>
Classe di precisione	Secondary Standard Class ISO9060
Uscita elettrica tipica	Vers. -I: 4...20mA
	<b>INSEGUITORE SOLARE</b>
Tipologia	A singolo sbraccio (Opzione: doppio sbraccio) con disco di ombreggiamento per la misura della componente diffusa (DHI) e base per il montaggio di 2 piranometri
Accuratezza	<0.01° (elevazione del sole 0...87°)
Risoluzione angolare	0.009°
Campo di vista del sensore	±15°
Tempo di avviamento GPS	Circa 5 minuti
Alimentazione e potenza	220Vac/50VA (24Vdc su richiesta)



Figura 9-15. Caratteristiche tecniche stazione meteo

## 10. DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI

Le principali azioni necessarie per la dismissione dell'impianto fotovoltaico in progetto e per il ripristino del sito alle condizioni originarie (ante-operam), di seguito citate, sono dettagliate nel presente capitolo:

- rimozione dei pannelli fotovoltaici;
- rimozione delle strutture di sostegno;
- impianto ed attrezzature elettriche;
- locali prefabbricati;
- viabilità interna;
- recinzione;

### 10.1 Operazioni necessarie alla dismissione

#### 10.1.1 Rimozione dei pannelli fotovoltaici

Per quanto riguarda lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici montati sulle strutture fuori terra, l'obiettivo è quello di privilegiare il recupero della quasi totalità dei materiali impiegati.

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

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

In dettaglio, per quanto riguarda la gestione delle apparecchiature montate sulle strutture fuori terra, si procederà come segue:

- smontaggio dei moduli mantenendone l'integrità;
- le varie componenti dei moduli saranno distinte per categorie omogenee, stoccate in campo nel rispetto della normativa vigente e classificate (per attribuzione codici E.E.R.), così da poterle inviare ad impianti di recupero per:
  - l'alluminio;
  - il vetro;
  - cella di silicio;
  - oppure ad impianti di smaltimento/trattamento qualora fossero presenti modeste quantità non conformi al recupero;
- smontaggio delle strutture di supporto dei moduli, disposizione dei rifiuti prodotti in categorie omogenee e classificazione degli stessi ed attribuzione dei relativi codici dell'Elenco Europeo dei Rifiuti (di seguito E.E.R.), così da poter essere inviati, qualora conformi al recupero, presso impianti autorizzati al recupero dei materiali metallici oppure smaltiti in accordi alla vigente normativa in materia (D. Lgs. 152/04, Parte IV);
- smontaggio dei cavi ed invio, sempre previa classificazione ed attribuzione del relativo codice E.E.R., ad impianti autorizzati al recupero dei materiali metallici o, qualora non recuperabili, ad impianti di smaltimento autorizzati.

**Preliminarmente alla realizzazione del piano, sarà effettuato un censimento degli impianti in grado di accettare i rifiuti prodotti, ovvero derivanti dalle operazioni di dismissione dell'impianto fotovoltaico, e delle cave, saranno presi contatti diretti con i gestori degli impianti, così da acquisire le autorizzazioni e tutte le informazioni necessarie alla dismissione dell'impianto e al completo ripristino dello stato dei luoghi originario.**

#### 10.1.2 Rimozione delle strutture di sostegno

Le strutture di sostegno dei pannelli saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea, e tramite estrazione dal terreno delle strutture di fondazione.

I materiali ferrosi saranno disposti così da poter essere classificati e, a valle dell'attribuzione del relativo codice E.E.R., inviati, qualora conformi, ad appositi impianti di recupero autorizzati; in caso contrario saranno inviati ad impianti di smaltimento autorizzati.

Per le fondazioni superficiali, previste in calcestruzzo armato, si prevede la frantumazione del solo magrone, la classificazione (attribuzione codice E.E.R.) dei plinti come rifiuto e il conferimento dei materiali ad idonei impianti di recupero degli inerti.

#### 10.1.3 Impianto ed attrezzature elettriche

Le linee e le apparecchiature elettriche saranno classificate, mediante campionamento o analisi merceologica, e conferite presso impianti di recupero o smaltimento.

Il rame dei cavi elettrici e le parti metalliche saranno classificati, con attribuzione del relativo codice E.E.R., ed inviati ad impianti di recupero, mentre le guaine, sempre previa classificazione ed attribuzione del relativo codice E.E.R, saranno potenzialmente recuperate in mescole di gomme e plastiche.

#### 10.1.4 Locali prefabbricati

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate previste in progetto, si procederà all'analisi merceologica delle stesse, così da poter classificare i rifiuti ed avere informazioni circa i codici E.E.R. necessari al successivo recupero.

#### 10.1.5 Viabilità interna

Il materiale impiegato per il pacchetto stradale permeabile (materiale stabilizzato) verrà rimosso per l'intero spessore (circa 30 cm), classificato e trasportato ad in idoneo impianto di recupero.

#### 10.1.6 Recinzione

La recinzione in maglia metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno e i cancelli di accesso, sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata, previa classificazione del rifiuto ed attribuzione del relativo codice E.E.R., ad impianti di smaltimento o recupero autorizzati.

Analogamente, le strutture di sostegno in CLS della recinzione stessa e dei cancelli saranno demolite ed inviate, sempre previa classificazione e verifica conformità al recupero, presso impianti autorizzati di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

## 10.2 Stima dei costi di dismissione

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei costi per la dismissione e lo smaltimento dell'impianto fotovoltaico in progetto; nella valutazione non sono stati inclusi i dettagli dei costi relativi ai mezzi, che verranno definiti con la ditta esecutrice delle lavorazioni.

L'analisi prodotta rappresenta una stima economica di massima, pertanto si precisa sin da ora che i costi unitari sono variabili.

**Tabella 10-1. Analisi dei costi di dismissione**

5	DISMISSIONE	Quantità (MWp)	IMPORTO UNITARIO (€/MWp)	IMPORTO TOTALE
1	Rimozione dei pannelli fotovoltaici smontaggio e conferimento presso centri di raccolta	9.89	4500	44,505.00 €
2	Rimozione delle strutture di sostegno e conferimento a discarica autorizzata	9.89	5500	54,395.00 €
3	Rimozione delle opere elettriche e meccaniche interne al campo (cavi solari e inverter) e conferimento a discarica autorizzata	9.89	1500	14,835.00 €
4	Rimozione strutture prefabbricate e conferimento a discarica autorizzata	9.89	800	7,912.00 €
5	Rimozione e smaltimento della recinzione perimetrale e dei cancelli di ingresso e conferimento a discarica	9.89	200	1,978.00 €
6	Rimozione e smaltimento di viabilità di servizio e conferimento presso centri autorizzati al recupero o riciclaggio	9.89	250	2,472.50 €
7	Ripristino Scavi cavidotti elettrici	9.89	500	4,945.00 €
8	Rimozione e smaltimento di apparecchiature elettriche, trasformatori, impianti di illuminazione e videosorveglianza compreso il trasporto a discarica autorizzata e/o a centro di riutilizzo	9.89	2000	19,780.00 €
	<b>TOTALE</b>			<b>150,822.50 €</b>

**Preliminarmente alla realizzazione del presente piano saranno riverificati i costi stimati per la dismissione dell'impianto e il ripristino dello stato dei luoghi, in quanto è plausibile che intervengano variazioni normative in materia di gestione dei rifiuti, nonché variazioni oggi non prevedibili dei prezzi di mercato relativi a ciascuna delle singole voci.**